كلية التربية النوعية
شعبة الاقتصاد المنزلى

محاضرات في الميكروبيولوجيا وتلوث الغذاء

دكتور
طلعت محمد سحلول

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة لعلم الميكروبيولوجى

كلمة ميكروبيولوجى Microbiology تعنى Micro أى صغيرة ، bios أى الحياة ، logos أى العلم، أى أنه علم الأحياء الدقيقة •

وهذا العلم يتعلق بشكل الميكروبات وتركيبها وتكاثرها وفسيولوجيتها ونشاطها البنائى وعلاقتها ببعضها والكائنات الأخرى •

وعلم الميكروبيولوجى يشمل البكتريا bacteria والفطر Fungi والخميرة yeast وبعض الطحالب والبروتوزوا •

ومن اعجازات القرآن الكريم أنه جاء به بأن هناك أشياء لا نبصرها رغم معيشتها معنا " فلا أقسم بما تبصرون وما لا تبصرون " •

وقد اختص الله هذه الأحياء الدقيقة بقدرات كاملة للاستمرار فى معيشتها وأداء وظائفها الحيوية تماما مثل الكائنات الحية المرئية وهذه القدرات تتمثل فى : —

١ — هضمها وتمثيلها للغذاء واستخدامه للطاقة والنمو •

٢ — تكاثرها جيلا بعد جيل •

٣ — التطفر لمواجهة الظروف البيئية المختلفة •

٤ — تخلصها من النواتج الضارة والزائدة عن استخدامات الطاقة والنمو •

٥ — تغيير الوسط الذى تعيش فيه بطريق مباشر أو غير مباشر •

أهمية دراسة علم الكائنات الدقيقة

ترجع أهمية دراسة هذا العلم للدور الكبير الذي تلعبه الميكروبيات في حياة الانسان من فوائد وأضرار لاحصر لها ولكننا نذكر في ايجاز تلك التي تقوم بنشاط مفيد والتي تقوم بنشاط غير مفيد : ــ

أ ــ التي تقوم بنشاط مفيد : ــ

١ ــ دور البكتريا في تثبيت نتروجين الجو وخصوبة التربة الزراعية بواسطة بكتريا الأزوتوباكتر •

٢ ــ دور الميكروبات الترمية في تحليل الأجسام الميتة الى عناصرها الأولية •

٣ ــ استخدامها في الصناعات الغذائية المختلفة •

٤ ــ دورها في صناعات الألبان (ألبان متخمرة ــ جبن •••) •

٥ ــ انتاج البروتين والدهون من الأحياء الدقيقة •

٦ ــ انتاج الانزيمات الميكروبية •

٧ ــ انتاج المضادات الحيوية •

٨ ــ انتاج الفيتامينات والمركبات العضوية المختلفة •

ب ــ التي تقوم بنشاط غير مفيد : ــ

١ ــ زيادة أعدادها في بعض المنتجات الغذائية يجعلها غير مطابقة للمواصفات القياسية •

٢ ــ تسبب فساد الأغذية باحداث تغيرات غير مرغوبة بها •

٣ ــ نقل الأمراض المختلفة سواء للانسان والحيوان •

ولتوضيح أهمية الميكروبيات فى العصر الحديث لنضرب مثلا بتلك الميكروبيات التى تقوم بانتاج البروتين حيث أن التفكير فى انتاج البروتين من الكائنات الحية الدقيقة مع بداية هذا القرن نظرا لوجود فجوة بين معدل الزيادة فى السكان والزيادة فى الانتاج الغذائى وحيث أن مصادر البروتين فى التغذية هى اما مصدر نباتى أو حيوانى أو أسماك وهذه المصادر تحتاج لمساحات شاسعة وأراضى خصبة ومراقبة جيدة من الآفات والحشرات وطرق مختلفة للتخزين والحفظ ، لذلك اتجهت الأبحاث نحو انتاج البروتين من الكائنات الحية الدقيقة لما لها من ميزات أهمها : ــ

١ ــ تحتوى على نسبة عالية من البروتين تصل الى ٥٠ ٪ من وزن الخلية الحية بروتين •

٢ ــ سرعة معدل نموها حيث أن : ــ

١٠٠٠ كجم لحم حيوانى ← ١ كيلو جرام بروتين فى اليوم

١٠٠٠ كجم فول صويا ← ٨٠ كيلو جرام بروتين فى اليوم

١٠٠٠ كجم ميكروبيات ← ٥٠٠٠٠ كيلو جرام بروتين فى اليوم

٣ ــ ارتفاع كفاءتها فى الاستفادة من المادة الخام وتحويلها الى خلايا •

٤ ــ قدرتها على الاستفادة من مواد خام رخيصة ومتوفرة (منتجات ثانوية ، مخلفات الصناعة المختلفة) •

٥ ــ انتاجها لايعتمد على مساحات كبيرة ولا يتوقف على الظروف الجوية مثل المحاصيل النباتية •

٦ — قد يكون استخدامها فى التغذية مباشرة أو غير مباشر بتغذية الحيوان عليها .

كما أنه بعد التقدم فى الهندسة الوراثية للميكروبات أمكن استخدام طفرات من ميكروب E. coli لها القدرة على افراز هرمون الانسولين فى أمعاء الانسان كعلاج لمرضى البول السكرى مما سيخلق ثورة فى العلاج بالميكروبات دون التدخل بالعقاقير الكيماوية .

وترجع أهمية تدريس هذه المادة لطالبات الاقتصاد المنزلى باعتبار أنها المدخل الأساسى لحفظ الأغذية الذى يعتمد على كيفية التغلب على الميكروبات التى تسبب تلف وفساد الغذاء بصوره المختلفة وتجنيب الانسان الخطر الناتجة عن ذلك وما قد تسببه من حالات تسمم غذائى . وكذلك استخدام الميكروبات النافعة فى المواد الغذائية تحت الظروف التى تلائم نموها ونشاطها .

وقد شملت هذه المحاضرات معرفة مختصرة وشاملة عن هذه الميكروبات وخاصة البكتريا وتأثير العوامل الطبيعية والكيماوية على نموها ودورها فى تحلل المواد الغذائية مع التركيز على ميكروبات الغذاء والألبان والمياه وبعض الصناعات الميكروبية هذا بالاضافة الى بعض أنواع الفساد والتسمم الغذائى الناتج عن الميكروبات والله أسأل أن يجعل هذا العلم نافعا لنا فى دنيانا وآخرانا .

نبذة تاريخية عن تطور علم الميكروبيولوجى

التاريخ	الحدث
٣٠٠٠ ق ٠ م	دلت الحفريات بالعراق على وجود عدسات صخرية ٠
٣٨٤ ـ ٣٢٢ ق ٠ م	اعتقد أرسطو أن الروح توجد فى الأرض والماء والهواء والنار بدرجات متفاوتة ٠
٦١٥ بعد الميلاد	حديث الرسول عليه الصلاة والسلام ينهى عن الشرب من الأوعية المطلية بالقار ونقير الأشجار ٠
١٥٨١ ـ ١٥٩٩	يانسون يخترع الميكروسكوب المركب ٠
١٦٦١ ـ ١٦٨٠	أنتونى فان ليفنهوك الهولندى يصف الكائنات الدقيقة بدقة بعد أن صنع أكثر من ٢٥٠ ميكروسكوب واستطاع أن يكبر الأشياء من ٢٠٠ ـ ٣٠٠ مرة ٠
١٨٤١ ـ ١٨٨٠ لويس باستير	حطم نظرية الخلق الذاتى وأكد أن الكائنات الموجودة بالسوائل هى المسئولة عن فسادها ووضع أساس البسترة ٠
١٩٠٠ ـ ١٩٢٠	تم اكتشاف البكتريوفاج ٠
١٩٢١ ـ ١٩٤٠	اكتشاف الميكروسكوب (اليكترونى) وبدأ اكتشاف المضادات الحيوية ٠
١٩٦٠ ـ ١٩٨٥	اكتشاف مرض الايدز ٠

الصفات العامة للكائنات الحية الدقيقة

	الأبعاد بالميكرون	الصفات المميزة	الأهمية التطبيقية
البكتيريا	٥ر٠ ـ ٤٠	وحيدة الخلية لاتحتوى على كلوروفيل ، أغلبها متحركة ، تنمو فى البيئات الصناعية ، وتتكاثر لاجنسيا بالانقسام الثنائى البسيط ؟	بعضها يسبب كثير من الأمراض ، والبعض الآخر مفيد فى الصناعة ، كما أن بعضها ينتج المضادات الحيوية والكثير منها عامل هام فى خصوبة التربة .
الفيروس	١ر٠ ـ ٢ر٠ تقريبا .	يمر خلال المرشحات البكتيرية ، طفيلية حتما وتنمو فقط فى الأنسجة الحية ولم يتمكن حتى الآن من تنميتها فى البيئات الصناعية .	تسبب الكثير من الأمراض للانسان والحيوان والنبات ، كما تصيب البكتيريا (البكتريوفاج) .
الركتسيا	٣ر٠ ـ ٦ر٠	طفيليات اجبارية تنمو فقط فى الأنسجة الحية .	عادة ما تسبب أمراضا للانسان والحيوان .
الخمائر	٥ ـ ١٠	تنمو فى البيئات الصناعية ، وتتكاثر جنسيا أو لاجنسيا بالتبرعم .	تستخدم فى انتاج الكحولات وبعض المركبات العضوية ، وقليل منها يسبب الأمراض .
الفطريات	أكثر من ٥ ميكرون	تنمو فى البيئات الصناعية ، عديدة الخلايا وتتكاثر جنسيا ولها أشكالا ظاهرية كثيرة .	تستخدم أساسا فى التخمرات الصناعية ، وفى انتاج المواد الغذائية والمضادات الحيوية . بعضها يسبب تحلل المواد السليلوزية ، وزيادة خصوبة التربة ، كما أن بعضها يسبب أمراضا .
الطحالب	من ١ ميكرون الى عدة أقدام	تحتوى على كلوروفيل ، وحيدة أو عديدة الخلايا . تنمو فى الوسط المائى وتتكاثر جنسيا أو بطرق لاجنسية مختلفة .	مصدر غذائى للحيوانات المائية وكذلك للانسان وهى مصدر هام لبعض الفيتامينات والكيماويات وبعضها يقوم بتثبيت أزوت الهواء الجوى .
[illegible]	٢ ـ ٢٠	وحيدة الخلية . أغلبها متحرك بعضها طفيليات داخلية ، تتكاثر جنسيا أو لاجنسيا .	غذاء للحيوانات المائية وبعضها يسبب أمراضا .

البكتريا Bacteria

وهى من الأحياء الدقيقة التى تتبع المملكة النباتية حيث أن البكتريا تتبع صنف Class Schizomycetes التابع لقبيلة " قسم " Phylum protophyta .

وتعتبر البكتريا ضمن الأقسام النباتية للأسباب الآتية : ـ

١ ـ لها جدار صلب Rigid cell wall كما فى حالة النباتات .

٢ ـ تتشابه فى صفاتها المورفولوجية مع الطحالب الخضراء المزرقة وان كانت تخلو من التمثيل الضوئى .

٣ ـ تتغذى بالامتصاص وليس بالالتهام أو الهضم حيث تدخل المواد الغذائية الخلية ذائبة فى محلول وبالخلية عدد من الانزيمات يمكنها من القيام بوظائفها الحيوية المختلفة وهذا المحتوى الانزيمى يختلف من نوع لآخر .

ـ ـ وضع البكتريا بين الأحياء الدقيقة : ـ

أ ـ الأحياء الدقيقة التابعة للملكة النباتية وتشمل : ـ

الفطريات والخمائر والطحالب والفيروسات والريكتسيا والبكتريا .

ب ـ الأحياء الدقيقة التابعة للملكة الحيوانية وتشمل : ـ

البروتوزوا فقط وهى عبارة عن الأحياء الدقيقة الحيوانية وحيدة الخلية .

ـ ـ كما أن البكتريا تتميز بالصفات الأربع الهامة التى تتميز بها الأحياء جميعا وهى : ـ

١ ـ النمو Growth حيث تزداد البكتريا فى الحجم •

٢ ـ التكاثر Reproduction حيث تنقسم الى قسمين كل منهما كائن حى دقيق •

٣ ـ التنفس Respiration وهو عبارة عن جميع التفاعلات التى تتم داخل الخلية وتشطها الطاقة •

٤ ـ التغذية Food assimilation بحيث تتمكن البكتريا من القيام بوظائفها الحيوية •

تسمية البكتريا

يتم تسمية البكتريا بنظام التسمية المزدوجة كما هو الحال فى الحيوان والنبات وعليه يتكون اسم البكتريا من مقطعين : ـ

الأول : اسم الجنس Genus ويكتب أوله بحرف كبير Capital letter

الثانى : اسم النوع species ،، ،، ،، صغير small latter

واما أن تكتب أسماء الميكروبات بحروف معوجة أو يوضع تحتها خطوط • ويدل اسم الجنس على صفة من صفات الميكروب أو اسم عالم أو مكتشف الميكروب ، كما قد يوضح اسم النوع احدى صفات الميكروب كما فى <u>Streptococcus</u> <u>lactis</u> وتعنى البكتريا الكروية السبحية الموجودة باللبن كما أن جنس Neisseria مأخوذ تسميته من اسم العالم Albert Neisser مكتشف مرض السيلان •

أماكن وجود البكتريا وانتشارها :ـ

ماسوى دم الانسان والحيوان وأنسجة الجسم الحية وفوهات البراكين المشتعلة والمواد القاتلة للبكتريا كالأحماض والقلويات وغيرها والأواني والأدوات المعقمة فان البكتريا توجد في كل مكان ، حيث توجد في التربة الزراعية بأعداد تصل الى ١٠٠ مليون في الجرام الواحد ، كما تزداد في الطبقة السطحية من الأرض الخصبة المنزرعة وتقل مع زيادة العمق .. كما تحتوى مخلفات الانسان والحيوان على بلايين البكتريا .

كما أن البكتريا توجد في طبقات الجو العليا لارتفاع يصل الى ١٠ كيلو مترات ولحوالي ٥ كيلو مترات في الطين تحت سطح البحر ويقل العدد مع الارتفاع في الجو أو العمق في البحر ، كما توجد في المياه العذبة والينابيع الساخنة عند درجة ٧٥°م وفي الأقطاب المتجمدة .

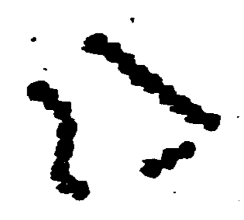
شكل الخلايا البكتيرية :ـ

تتميز البكتريا بثلاث أشكال رئيسية :ـ

١ ـ الشكل الكروى Spheres

Example of spherical bacteria





Staphylococcus sp. / Micrococcus sp. / Streptococcus sp.

ومنها جنس Neisseria وجميع أفراده متطفلة أو ممرضة ومنها

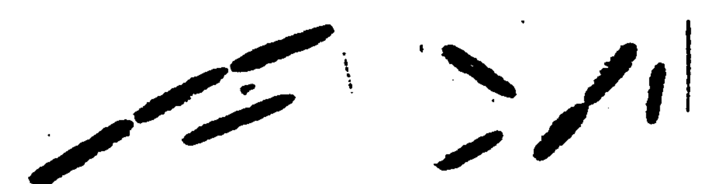
ما يسبب الالتهاب السحائى للمخ مثل N.meningitidis

ومنها ما يسبب السيلان مثل N.gonosrhea

٢ ـ الشكل العصوى : Rod - shaped

واسمه العلمى Bacilli ومفرده Bacillus

Example of rod bacteria (bacilli) :



Lactobacilli coliform Coccibacilli

٣ ـ الشكل الحلزونى Spiral

Example of spiral bacteria





Vibrio cholera Spirillum

وهذه البكتريا حلزونية أو بريمية ومعظمها يعيش فى المياه ٠٠ علما بأن الشكل المميز للبكتريا لايكون الا فى حالة البكتريا الحديثة النشطة وعند زرعها فى بيئات مناسبة ومتماثلة أما عند تغير الظروف البيئية فان شكل البكتريا يتغير ويأخذ أشكالا غير منتظمة مثل الشكل الخيطى أو حدوث انتفاخ أو استطالة ٠

أى عند وصف خلية بكتيرية يجب أن يكون عمرها أقل من ٢٤ ساعة ٠

تجمـع البكتـريـا : ـ

عنـد انقسـام الخليـة البكتيريـة فـان الخليتيـن النـاتجتيـن امـــا أن ينفصـلا عـن بعضهمـا أو يظـلا ملتصقتـين فالخـلايـا التـى لهـا طبقـة هلاميـة أو غـلاف تميـل الـى الالتصـاق ببعضهـا أمـا الخـلايـا ذات الغـلاف الرقيـق فـانهـا توجـد عـادة منفـردة •

أشـكال التجمعـات المختلفـة للخـلايـا الكرويـة : ـ

١ ـ خـلايـا زوجـيـة Diplococcus ومـن أمثلتهـا ميكـروب Diplococcus penumonia المسـبب لمرض الالتهـاب الـرئـوى

٢ ـ خلايـا علـى شـكـل السبحـة وتسـمى Streptococcus ومـن أمثلتهـا Str. lactis المسـبب لحموضـة اللبن

٣ ـ مجموعـة من أربـع خلايـا Tetracoccus

٤ ـ مجموعـة من ثمـانى خلايـا علـى شـكل الرزمـة ومن أمثلتها Sarcina

٥ ـ مجموعـة علـى شـكل عنقـود العنـب ويسـمى Staphylococcus كمـا فـى حـالـة St. aureus المسـبب للدمـامل والتسممـات•

أمـا فـى حـالـة الخلايـا العصـوية فـانهـا توجـد منفـردة أو تنتظـم فـى أزواج Diplococcus أ، سلاسـل Streptobacilli

حجـم البكـتريـا : ـ

نظـرا لصغـر حجـم البكـتريـا فـانـه يقـاس بالميكـرون ويرمـز لـه بالرمـز U ويسـاوى $\frac{١}{١٠٠٠}$ من المليمتـر ، والملليميكـرون وهو $\frac{١}{١٠٠٠}$

من الميكرون ويؤخذ القياسات بالاستعانة بالشريحة الميكروميترية
ومن البكتريا ما هو صغير جدا ويصل الى ١٥و - ٣و U في
الطول مثل
Dialister pneumosintes ومنها
كبير الحجم ويصل عرضها الى ١ر٥ ميكرون وطولها ١٠ ميكرون مثل
Spirillum volutans كما أن الخلايا تختلف في
الحجم حسب العمر فالخلايا الحديثة أكبر في الحجم من الخلايا
القديمة فمثلا
Bacillus subtilis التي عمرها
٤ ساعات تساوي ٥ مرات طول الخلايا التي عمرها ٢٤ ساعة ويرجع
نقص حجم الخلية بازدياد السن الى زيادة الضغط الاسموزي في
المزرعة المسنة وتجمع فضلات التمثيل الغذائي وما يصاحبها من
تغيرات في البيئة .

كما تختلف في الحجم حسب أنواعها فالكروية قطرها من
٥و : ١ ميكرون والعصوية من ٥و ميكرون عرضي وطولها ١ر٥ ميكرون
أما الحلزونية فهي أكثر من ذلك كما أن المتجرثمة تكون أكبر من غير
المتجرثمة .

وزن البكتريا :-

تزن الخلية البكتيرية في المتوسط حوالي ١٠-١٢ جرام وتبعا
لذلك فان ١ مليجرام من البكتيريا يحتوي على ١٠^٩ خلية، ١ ميكرو
جرام يحتوي على مليون خلية بكتيرية أي أن كل خلية بكتيرية
وزنها $\frac{1}{\text{مليون}}$ ميكرو جرام وعندما يكون محتوى الرطوبة بالخلية
من ٧٠ - ٨٥ ٪ ماء فهذا يعني أن الخلية الجافة من البكتريا تزن

حوالي $\frac{1}{10\ \text{مليون}}$ ميكروجرام .

الــمستعمرة البكتيرية :ــ

عند نمو خلية بكتيرية في بيئة نصف صلبة أو على سطح بيئة صلبة تتكون مستعمرة بكتيرية وهي كتلة من الخلايا البكتيرية تصل الى ملايين الملايين من الخلايا وهي واضحة بالعين المجردة ...
وهذه المستعمرات قد تكون سطحية وتسمى Surface colony أو مدفونة داخل الآجار وتسمى Subsur:face of deep colonies وقد تنشأ المستعمرة من خلية واحدة أو جرثومة واحدة أو مجموعة من الخلايا وكل نوع من البكتريا يظهر شكلا مميزا لمستعمراته تحت الظروف البيئية المتشابهة مما يساعد في تمييز أنواع البكتريا وبعض الأنواع عديدة الفلاجلات يمكنها أن تتجول فوق سطح البيئة الصلبة مثل Bacillus rotans B.circulans وبعض أنواع جنس Proteus وهذه الخلايا تتحرك حلزونيا تجاه حافة المستعمرة الى البيئة وتكون مستعمرة جديدة في مكان آخر ، كما أن المستعمرات الصغيرة الحجم من B. alvei يمكنها أن تتحرك في مجاميع على سطح الآجار تاركة آثار من خلايا تحدد مسارها .

تصنيف البكتيريات - Classification of Bacteria

يلخص التقسيم عادة بالوحدات التقسيمية الاتية :

مملكة	Kingdom
فرقة	Divi ion (or phylum)
قسم	Class
رتبة	Order
عائلة	Family
فصيلة	Tribe
جنس	Genus
نوع	Species
سلالة	Subspecies or Strains or Individual

وقد سبق دراسة هذه المسميات فى علم تقسيم النبات .

* وتعترض المشتغل بالتقسيم الصعوبات التالية : -

(١) تعدد فروع علم الميكروبيولوجيا حيث أن لكل فرع أثره على طرق التسمية والتصنيف .

(٢) صعوبة جمع عينات البكتيريا والاحتفاظ بها بحالتها الطبيعية لمدة طويلة دون أن يطرأ عليها تغييرات حيث أن الكائنات الدقيقة عرضة للتغيرات Variations فى تركيبها الجينى نتيجة لسرعة التكاثر فيها ، فعلى سبيل المثال : -

المزرعة من Serratia marcescens والتي تنتج صبغة حمراء متألقة يمكن بتكرار تنميتها على الاطباق الحصول على مستعمرات بيضاء عديمة الصبغة وتتشابه تماما مع المجموعات Pigmented colonies المنتجة للصبغة (الأصلية) تختلف عنها في فقدان خاصية انتاج الصبغة Pigmentation وهذه السلالة الجديدة يمكن لبعض أفرادها بتكرار الزرع أن يسترد خاصة انتاج الصبغة . وظاهرة فقدان صفة معينة مميزة لنوع تسمى تطفر Mutation وظاهرة رجوعها ثانية (أو استرداد الصفة المفقودة) تسمى تطفر عكسى revers mutation ويطلق على الفرد أو السلالة بأنها طفرة راجعة أو عكسية . وهذه التغيرات Variations تحدث في المجموع البكتيرى بصفة تلقائية أو طبيعية Simultaneously . ولو أنه يمكن احداث مثل هذا التغير عمدا أو بطريقة موجهة وذلك ما يحدث في نقل عوامل المقاومة R factors عوامل المقاومة للمضادات الحيوية وكذلك في انتاج سلالات منتجة للتوكسين Toxigenic strains من سلالات غير ضارة (ليست منتجة) لميكروب Corynebacterium diphtheriae وذلك عن طريق استعمال فاج كوسيط يحمل صفة الانتاج Tox^+ ويصيب السلالة الخاملة nonvirulent حيث يحدث اندماج للجزأ من الـ DNA البكتيرى في

السلالة النشطة Virulent مع الـ DNA الفيروسي • وظاهرة نقل صفة معينة بواسطة الفاج من خلال الـ DNA تسمى Transduction•

(٣) الافتقار الى تكنيك وطرق تحاليل ثابتة موحدة ودقيقة وبيئات زرع قياسية تصلح في جميع الأماكن من العالم وصعوبة تقدير التراكيب الجزيئية للقواعد النتروجينية في كثير من البكتريات وتبعا للطبعة الثامنة (١٩٧٤) من كتيب تميز البكتريات (Bergeys Manual of Determinative Bacteriology) فلقد استخدمت أنماط التغذية ، الخصائص المورفولوجية ونوعية التمثيل الغذائي والخواص التمييزية الأخرى في تقسيم المملكة الى ١٩ مجموعة كل منها يسمى Part أو قسم •

تركيب الخلية البكتيرية
Bacterial Cell Structure

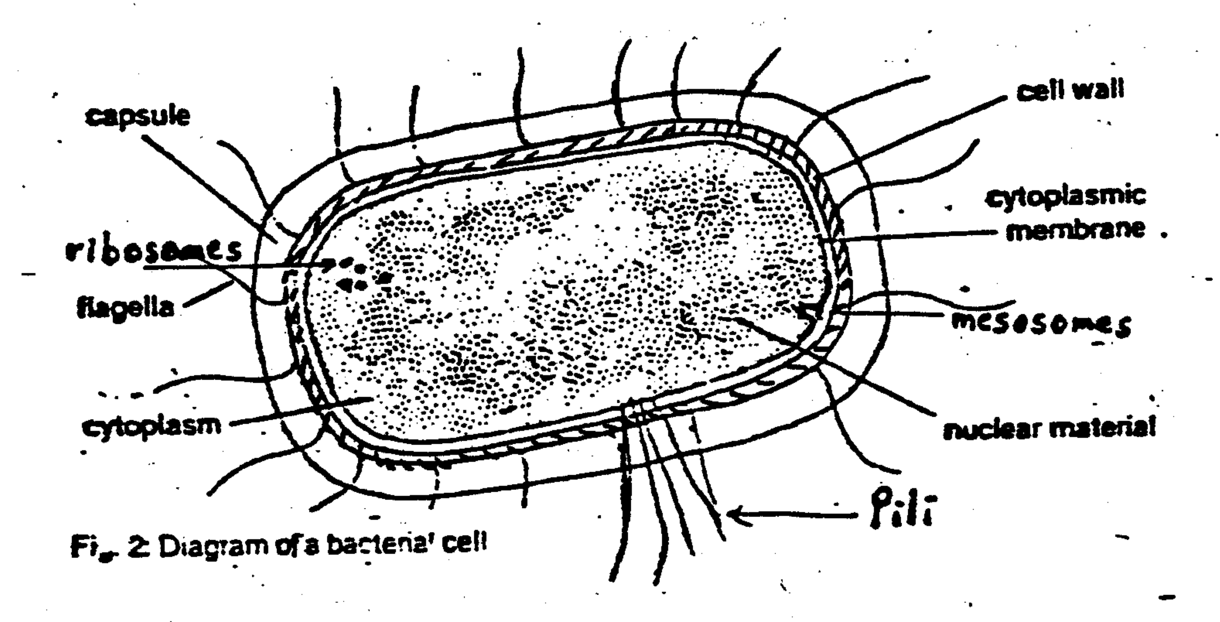


Fig. 2: Diagram of a bacterial cell

بالفحص الميكروسكوبى الحديث للخلايا البكتيرية اتضح أنها تتركب من سطح خلوى وتراكيب داخلية تقع تحت هذا السطح كما بالشكل السابق • ويتركب السطح الخلوى من منطقة الغلاف Capsular area والجدار الخلوى Cell wall والغشاء Cell membrane والذى يعتبر أيضا ضمن المحتويات الداخلية • وتوجد أيضا منطقة تسمى Periplasm بين الجدار الخلوى والغشاء السيتوبلازمى ، أما التركيبات التى توجد بداخل الخلية فهى تشمل السيتوبلازم ، والجهاز النووى والميزوسومات والريبوسومات والحبيبات • وتشمل التركيبات التى توجد خارج الجدار الخلوى للخلية البكتيرية الفلاجلا Flagella ، البيلى

أو الفمبريا Pili أو Fimbriae والغلاف

أو الطبقة Capsule .

١ ـ الفلاجلات Flagella

الفلاجلات أو الأسواط عبارة عن خيوط رفيعة جدا من البروتين تشبه السياط من بروتوبلازم الخلية خلال الجدار الخلوى ويصل طول السوط من ١٥ ـ ٢٠ ميكرون ولا يشاهد بالميكروسكوب الضوئى الا بطرق صبغ خاصة حيث سمكه من ١٠ ـ ٣٠ نانومتر (nm) ويفضل الميكروسكوب اليكترونى لتحديد عدد الأسواط وتوزيعها على الخلية والخلايا اما وحيدة السوط أو ذات خصلة من الأسواط الطرفية أو محيطية الأسواط أو ذات خصلتين من الأسواط الطرفية .

٢ ـ البيلى Pili أو الفمبريات Fimbriae

يوجد نوعا آخر من الزوائد (غير الأسواط) يشاهد على سطوح بعض البكتريا ويعرف باسم البيلى أو الفمبريا وهى أقل طولا من الأسواط وأدق سمكا وأكثر عددا وهى تظهر بالميكروسكوب الاليكترونى كما أنها موجودة بالبكتريا المتحركة والغير متحركة ولذلك فليس لها علاقة بالحركة ـ ومن المحتمل أن الـ Pili يكون ضرورى فقط فى تقارب الخليتين أثناء التزاوج ، ويعتقد أن أنواع أخرى من البيللى قد تكون أعضاء للالتصاق حيث أن سلالات Neisseria gonorrhoeae عندما يوجد بها البيللى فقط تكون قادرة على احداث مرض السيلان .

٣ ـ الغلاف أو العلبة Capsule

تحتوى كثير من البكتريا وخصوصا تلك التى تعطى نموات مخاطية Mucoid growth على علبة أو كبسولة وقد تختفى العلبة وانما يوجد أيضا على هيئة غلاف رقيق يعرف بالطبقة اللزجة Slime layer وهى طبقة هلامية صمغية تحيط بالخلية البكتيرية من الخارج وتتفاوت فى سمكها حسب نوع البكتريا الا أنها فى العادة أسمك من الخلية نفسها وفى معظم الحالات، تتكون العلبة من مواد كربوهيدراتية معقدة ومن أحماض اليورونيك Uronic acids وفى بعض الأحوال تتكون من مواد بروتينية •

وللعلبة علاوة على أنها تقوم بحماية الخلية من الظروف البيئية السيئة ولصق الخلايا ببعضها أهمية كبرى من الوجهة العطية • فوجود العلبة فى بعض البكتريا المرضية مثل بكتريا الالتهاب الرئوى Pneumococci يدل على أنها ضارية Virulent أو شديدة الاصابة أما السلالات العديمة العلبة فتكون أقل جدية فى احداث المرض •

وخاصية تكوين العلبة عادة ما تكون صفة ثابتة فى أنواع البكتريا المختلفة الا أنها قد تختفى تحت ظروف معينة ، ولكن سرعان ما تتكون ثانية اذا ما زرعت البكتريا فى بيئة خاصة وتحت ظروف ملائمة لتكوينها •

٤ ـ جدار الخلية The cell wall

وجد أن جدار الخلية البكتيرية يتميز بالآتي : ـ

١ ـ يحتوي على مكونات كيماوية لاتوجد في أي مكان آخر في الطبيعة .

٢ ـ يمكن لتحضيرات نقية من الجدر الخلوية لبعض الكائنات أن تنتج أعراضا مرضية .

٣ ـ كثير من المضادات الحيوية يكون تأثيرها مركزا على بناء الجدار الخلوي .

٤ ـ الاختلاف في التركيب الكيماوي للجدر الخلوية للخلايا الموجبة والسالبة لصبغة جرام .

والجدار الخلوي البكتيري تركيب صلب يعطي الخلية شكلها المميز بالرغم من ضآلة سمكه الذي لا يزيد عن ١٥ نانوميتر (10 - 15 nm) في البكتريا السالبة لجرام بينما يتراوح من ١٥ : ٢٣ نانوميتر (15 - 23 nm) في البكتريا الموجبة لجرام . ويمثل الجدار الخلوي عموما مايقرب من ٢٠٪ من الوزن الجاف للخلية بأكملها .

وقد يرجع الاختلاف بين البكتريا الموجبة والسالبة لجرام الى أن سطوح الخلايا الموجبة لجرام أو الجزء القريب من السطح يحتوي على ملح المغنسيوم لحمض RNA أي Ribonucleic acid وهذا يكون مع كل من البروتين الخلوي وصبغة الكريستال البنفسجي

واليود مركب معقد بنفسجي اللون يثبت في الخلية ولا يذوب في الكحول فتصبح الصبغة مقاومة للازالة عند الغسيل بالكحول ، أما البكتريا السالبة لجرام فان التركيب الكيماوى لسطح خلاياها لا يحتوى على الملح المغنسيومى لحمض RNA وبالتالى لا يتكون المركب المعقد المذكور فيسهل غسيل الصبغة منه بالكحول . ويلاحظ أن بعض المزارع الموجبة لجرام قد تفقد ايجابيتها وذلك لبعض الأسباب الآتية : —

١ — عندما تتقدم الخلايا فى العمر .

٢ — عند ارتفاع حموضة البيئة .

٣ — عند المعاملة بانزيم Ribonuclease

٤ — اذا سحقت الخلايا الموجبة لجرام مع برادة الزجاج لتكسير جدرها فان بقايا الخلايا المهشمة تفقد ايجابيتها لجرام .

ومن المعروف أن البنسلين يؤثر على البكتريا عن طريق التدخل فى عمليات تخليق الجدار الخلوى وهو فعال ضد البكتريا الموجبة لجرام عن السالبة .

الغشاء البلازمى : —

يقع داخل جدار الخلية — وهو يحيط بالسيتوبلازم وسمكه ضئيل جدا وغالبا ما يكون أقل من حدود الفصل للميكروسكوب الضوئى حيث يبلغ فى السمك من ٥٠ — ١٣٠ أنجستروم يمثل حوالى ١٠ ٪ من الوزن الكلى الجاف للخلية البكتيرية .

والغشاء البلازمى مرن جدا شبه منفذ ـ اذ يسمح بمرور الماء والمواد الغذائية فيه بدرجات مختلفة •

ولما كان هذا الغشاء دقيق جدا لذا يصعب مشاهدته بالطرق العادية انما يمكن ذلك باستعمال طرق خاصة مثل استعمال صبغات خاصة انتقائية أو باستعمال طرق يمكن بواسطتها انكماشه داخل الخلية • والاضرار بهذا الغشاء بطرق طبيعية أو كيماوية يؤدى الى موت الخلية وفى هذه الحالة لايمكن التحكم فى مرور المواد خلاله ونتيجة لهذا تخرج المواد الحيوية من الخلية •

فوائده : يلعب الغشاء البلازمى دورا هاما فى عمليات الانقسام حيث تنشأ نقطتى الانقسام فى الغشاء السيتوبلازمى وينموان فى اتجاه مركز الخلية • كما يعتبر الغشاء السيتوبلازمى باحتوائه على الأحماض النووية كقاعدة لعمليات تكوين البروتين فى الخلية البكتيرية •

البروتوبلازم : Protoplasm

يشبه البروتوبلازم البكتيرى الى حد كبير بروتوبلازم خلايا الكائنات الحية الأخرى الا أنه يصعب مشاهدة نواة محددة مميزة فى بروتوبلازم الخلايا البكتيرية كما هو الحال فى خلايا الكائنات الحية الأخرى • والبروتوبلازم البكتيرى مادة متجانسة تحتوى على نسبة عالية من الماء (٧٠ ـ ٨٥ ٪) • وتتغير نسبة المواد المكونة له على حسب الظروف المحيطة به • وبوجه عام فانه يتكون من مواد بروتينية ودهنية و Ribonucleic acid ويحتوى على :ـ

أ ـ النواة Nucleus : تدل أحدث البحوث على أن

البكتريا تحتوى على نواة Nucleus وهى اما أنها فى منتهى الصغر بحيث لايمكن رؤيتها بالميكروسكوب العادى أو أن البلازم النووى المكون لها ليس له تركيب محدود مماثل للنواة الموجودة فى معظم الخلايا الحية الأخرى • هذا وقد أمكن صبغ الحامض النووى Deoxy ribose nucleic acid المكون لمادة النواة ، ومشاهدتها فى الخلية البكتيرية • عموما تعرف النواة بأنها جسم موجود فى الخلية البكتيرية مميز عن السيتوبلازم ، يتكون من بروتينات نووية Nucleo-proteins قادر على التكاثر ويحمل الصفات الوراثية للخلية •

ب ـ والحبيبات Granules : تحتوى كثير من الخلايا البكتيرية على حبيبات مميزة قد تكون قابلة للصبغ حيث تبدو داكنة فى الخلية عند صبغها باحدي الصبغات مثل أزرق الميثلين • منها Volutin وهى مكونة من الفسفوبروتين أو الحامض النووى Ribose nucleic acid (RNA) وقد تكون هذه الحبيبات من الجليكوجين كما فى الخمائر أو من الدهون كما فى البكتريا العقدية حيث تعمل كمواد غذائية مخزنة أو من الكبريت كما فى بكتريا الكبريت •

تفسير دخول المواد الى الخلية باحدى طريقتين : ـ

أ ـ الانتشار السلبى Passive diffusion (osmosis)

وهذه النظرية لتفسير كيفية دخول المواد الى الخلية البكتيرية أو الى خارجها تعتمد على انتشار الجزئيات من والى الخلية يستمر

بحرية حسب تركيز هذه المواد خارج أو داخل الخلية دون أن تبذل الخلية طاقة في ذلك ويستمر الانتشار محكوما بالأسموزية حتى يحدث التوازن بين تركيز المواد أو الجزئيات في الداخل والخارج ٠

ب - النقل النشط active transport

وهذه النظرية تقوم على أساس أن الخلية تبذل طاقة معينة لنقل الجزئيات الى داخل أو الى خارج الخلية وعموما فان الخلية تنقل الجزئيات بدرجة أكبر الى الداخل عن ما يخرج منها الى الخارج وتكون النتيجة النهائية تراكم الجزئيات بداخل الخلية ٠

وفي حالة النقل النشط فان تركيز مادة غذائية معينة يزداد بدرجة كبيرة داخل الخلية عنه في خارج الخلية وذلك لأن الخلية تبذل طاقة للاحتفاظ بالتركيز المرتفع بداخلها ٠ ويوجد نظام انزيمي وظيفته نقل المواد الغذائية الى داخل الخلية ويسمى نظام النفاذية في الأغشية السيتوبلازمية ويبدو أن هذا النظام يتكون من عدد من الانزيمات المصاحبة للمحتوى البروتيني في الغشاء وهذه الانزيمات تساعد في سلسلة من التفاعلات المتتالية التي يحتاج البعض منها الى الطاقة ٠ وكل انزيم من انزيمات النفاذية متخصص لمادة معينة أو عديد من المركبات ذات التركيب الكيماوي المتشابه ٠ وفي بعض الأحيان فان هذه الانزيمات توجد في الفراغ البيريبلازمي Periplasmic space ٠

الجراثيم البكتيرية
The Bacterial Endospores

تستطيع بعض أنواع البكتريا التابعة لجنس Bacillus و Clostridium من تكوين جراثيم داخل خلاياها • وتمتاز هذه الجراثيم بقدرتها على مقاومة الظروف الغير ملائمة مثل الحرارة العالية أو المنخفضة والجفاف والضغط وكذا الكيماويات الضارة وتستطيع هذه الجراثيم الاحتفاظ بحيويتها ضد الظروف السيئة فترة طويلة ، فقد عاشت جراثيم B. anthracis لمدة ٦٠ سنة •

واذا تجرثمت خلية بكتيرية فانها لاتكون أكثر من جرثومة واحدة فى الخلية الواحدة وبذلك يعتبر التجرثم فى البكتريا وسيلة من وسائل حفظ النوع وليست وسيلة للتكاثر بعكس الحال فى الفطريات والخمائر حيث يعتبر التجرثم فيها وسيلة للتكاثر •

وتتكون الجراثيم عندما تصل الخلايا فى المزرعة الى طور البلوغ وقد تفقد بعض البكتريا المتجرثمة قدرتها على تكوين الجراثيم تحت ظروف معينة غير مناسبة ولكنها سرعان ما تعود اليها عند نموها على بيئة مناسبة مرة أخرى •

والجراثيم الداخلية للبكتريا يمكنها أن تتحمل الغليان لعدة ساعات دون أن تموت بينما تهلك الخلايا الخضرية اذا عرضت لدرجة ٨٠°م لعدة دقائق •

والسبب فى مقاومة الجراثيم البكتيرية للظروف السيئة ربما

يرجع الى سطح جدار الجرثومة الذى يفوق كثيرا سطح الجدار الخلوى للخلية الخضرية كذلك فان البروتوبلازم بداخل الجرثومة يختلف عن بروتوبلازم الخلية الخضرية فى أن نسبة الماء منخفضة فيه • كما تحتوى الجرثومة على جميع النظم الانزيمية الموجودة بداخل الخلية الخضرية وكذا جميع العوامل لنقل الصفات الوراثية ولكنها تبقى كامنة بداخل الجرثومة ــ كما أن كميتها تكون أقل منه فى الخلايا الخضرية •

تكوين الجرثومة Sporulation:

ان الظروف الملائمة لتكوين الجرثومة بالخلية هى نفسها الظروف الملائمة للنمو بالخلايا الخضرية • وعادة ما تبدأ عملية تكوين الجرثومة بعد فترة من النمو الخضرى السريع عند بلوغ الخلية أو نضجها • وعادة ما ترتبط هذه العملية (تكوين الجراثيم) بالتوقف عن النمو والتكاثر وذلك لوجود نواتج التمثيل الغذائى الى حد السمية أو الى نقص فى الامداد الغذائى •

ويتم تكوين الجرثومة فى الخلية البكتيرية كما يلى :ــ

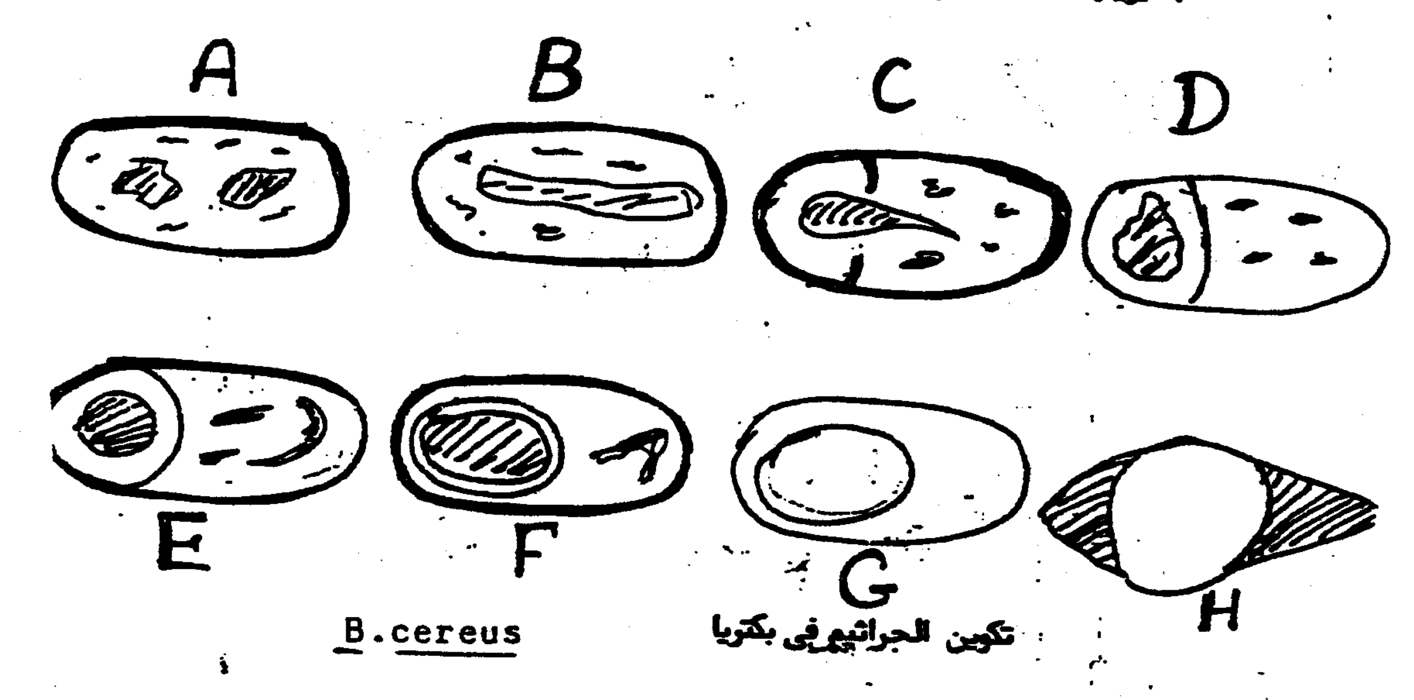
١ ــ يكون بروتوبلازم الخلية البكتيرية متجانسا خلال فترة النمو النشط ثم يبدأ فى التحبب عندما تصل الخلية الى طور النضج •

٢ ــ ثم يصبح بالتدريج أحد طرفى الخلية خاليا من الحبيبات اذ يحل محلها كتلة كثيفة من البروتوبلازم تعرف بالــ Primordium

٣ ـ تحاط هذه الكتلة الكثيفة بغشاء رقيق ثم تزداد كثافتها باستمرار وسرعان ما يتكون بداخلها كتلة أصغر وأكثر كثافة تعرف بطور ما قبل الجرثومة (Prespore)

٤ ـ تحيط الـ Prespore نفسها بغشاء سميك وتهاجر ببطء الى المكان الذى ستشغله نهائيا فى الخلية ٠

هنا وعندما تنضج الجراثيم البكتيرية تتلاشى الأجزاء المتبقية من الخلايا الخضرية وتنطلق الجراثيم حرة ، حيث تحتفظ بحيويتها مدة طويلة لأنها أكثر مقاومة للحرارة والجفاف ٠



تكوين الجراثيم فى بكتريا B.cereus

وتمتاز الجراثيم البكتيرية بأنها : ـ

١ ـ تحتوى على جميع الوحدات الوراثية اللازمة لاستمرار النوع٠

٢ ـ شديدة المقاومة للظروف غير الملائمة للخلايا الخضرية مثل الحرارة ، والجفاف والمواد المطهرة ٠

٢ ـ على هيئة أجسام لامعة لا تقبل الصبغ بالطرق العادية لمناعة غلافها واذا صبغت (باستخدام صبغة الملاكيت الساخن) يصعب ازالة الصبغة منها بعد ذلك .

شكل الجرثومة :

قد يكون شكل الجرثومة كروى Spherical أو اسطوانى أو بيضى . وقد يزيد قطر الجرثومة عن قطر الخلية مما يسبب انبعاج جدار الخلية وتأخذ الخلية شكل القارب .

وأحيانا يكون الانبعاج قرب الطرف حيث تأخذ الخلية شكل المغزل

جراثيم بكتيرية فى أوضاع وأشكال مختلفة

انبات الجراثيم البكتيرية Spore Germination

عند نضج الجرثومة البكتيرية تتلاشى الأجزاء المتبقية من الخلية الخضرية وتنطلق الجرثومة منفردة وتسمى الخلية المحتوية على جرثومة الـ Sporangium وتستمر الجرثومة حية مدة طويلة اذ أنها أشدها مقاومة للظروف السيئة ـ ولكن عند توفر الظروف الملائمة لانبات الجراثيم فانها تنتفخ ويضبح مظهرها أقل كثافة وفى بعض الأنواع يتمزق جدار الجرثومة حيث تظهر الخلية الخضرية من خلال الجدار الممزق ، وفى البعض الآخر

يمتص جدار الجرثومة أو يهضم أثناء انبلاتها ، وفى جميع الحالات لا يتكون سوى خلية خضرية واحدة من كل جرثومة ، وعلى ذلك يعتبر التجرثم فى البكتريا وسيلة لحفظ النوع فقط وليس وسيلة للتكاثر .

الأسس العامة لتمييز البكتريا : -

١ - الصفات المورفولوجية .

٢ - الصفات المزرعية .

٣ - الصفات الأيضية .

٤ - التركيب الكيماوى المميز .

٥ - الصفات الانتيجينية .

٦ - الصفات الوراثية .

أولا : الصفات المورفولوجية Morphological Characteristics

فيمكن رؤية المستعمرات البكتيرية بالعين المجردة والتعرف على صفات المستعمرات وهى صفات وراثية بالنسبة للميكروب تتأثر بالبيئة التى ينمو عليها ويمكن الحصول على شكل مميز للمستعمرة تحت الظروف المثلى فبعض المستعمرات كامل الحافة والبعض محدب السطح والبعض الآخر مستوى والسطح فى بعض الأنواع ناعم وفى البعض خشن . أما الخلية الواحدة فلا يمكن رؤيتها الا تحت الميكروسكوب ويمكن ملاحظة جسم الخلية وطولها وقطرها وشكل الميكروب وكل هذه من الصفات المميزة للكائن . ويعبر عن المقياس الطولى والقطرى للكائن بوحدة الميكرون ويمكن فحص التراكيب الداخلية للميكروب

بواسطة تحضيره للفحص بالميكروسكوب الاليكترونى بل ومن الممكن أيضا عمل قطاعات فى خلية البكتريا لدراسة التركيب الداخلى ٠

ثانيا : الصفات المزرعية : Cultural Properties

المواد التى تنمى عليها الميكروبات فى المعامل تسمى بيئات ميكروبية (مستنبتات) وهى تحتوى مواد غذائية مختلفة ، بعضها يحتوى على أملاح غير عضوية وأحيانا يضاف اليه مادة عضوية أو أكثر والبعض الآخر يحضر من مركبات عضوية معقدة التركيب لمستخلصات النباتات أو مهضومات الأنسجة وهناك ظروف خاصة تؤثر على نمو البكتريا على هذه المستنبتات مثل درجة الحرارة فبعض البكتريا لا يستطيع النمو على درجات حرارة أقل من ٣٩°م ولكنه ينمو على درجات حرارة أعلى من ذلك وقد تصل الى ٧٠°م ، والبعض الآخر لا يمكنه النمو على ٣٥°م فما فوق ذلك ويمكنها النمو على درجة صفر°م ويسمى ذلك بالاحتياجات الحرارية للكائنات أما بقية الخواص المزرعية فتتمثل فى الاحتياجات الهوائية فبعض الكائنات يحتاج الى الأوكسيجين والبعض الآخر لايحتاج بحيث يستطيع المعيشة بدون الأوكسيجين والبعض يمكنه أن يعيش فى وجود أو غياب الأكسيجين أما بالنسبة لنوعية الغذاء المقدم فى المستنبت فيعرف ذلك بالاحتياجات الغذائية للكائن فبعض الكائنات ذاتى التغذية الكربونية أى يستطيع الحصول على الكربون اللازم له من مصادر غير عضوية مثل CO_2 والبعض الآخر ذاتى التغذية النتروجينية فيستطيع الحصول على النتروجين اللازم له من النتروجين الجوى ٠ واذا توافرت للميكروب الظروف الملائمة للنمو فان الميكروب ينمو فى مثل هذه الظروف بمواصفات

شكلية خاصة يمكن التعرف عليها فى المزرعة أو ميكروسكوبيا وتعرف هذه المواصفات الشكلية بالصفات المورفولوجية •

ثالثا : الصفات الأيضية : Metabolic Characteristics

يحتاج تمييز الأصناف المختلفة عادة الى معرفة مسبقة لبعض أنشطتها الكيمو حيوية مثل تمثيل السكريات المختلفة أو الأحماض الأمينية المختلفة أو قدرتها على عمل تفاعلات كيمو حيوية مميزة على بيئات خاصة بحيث يستدل من ناتج التفاعل المميز على نوع الميكروب •

رابعا : التركيب الكيماوى المميز Chemical Structure

يمكن بواسطة الطرق الحديثة تحطيم الخلية البكتيرية وفصل محتوياتها ومعرفة مكونات هذه المحتويات وبالتالى الفروق التركيبية بينها فيمكن فصل الجدار عن الستيوبلازم عن المكونات النووية ودراسة كل تركيب على حده ومعرفة الفروق فى مكونات الجدار للأنواع المختلفة للبكتريا وكذلك معرفة الفروق بين نسب مكونات حمض DNA , RNA لهذه الأجناس بحيث يمكن استخدام هذه الفروق كأدلة على النوع •

خامسا : الصفات الأنتيجينية Antigenic Characteristics

يمكن بواسطة حقن البكتريا أو جزء من الخلية البكتيرية فى حيوانات التجارب الحصول على سيرم به أجسام مضادة للبكتريا أو للأجزاء التى حقنت ويمكن الحصول على هذه الأجسام المضادة واجراء التفاعلات السيرولوجية بها وهذه التفاعلات على درجة

عالية من التخصص بحيث يمكن تميز الأنواع المختلفة للجنس الواحد بل وتمييز السلالات المختلفة للنوع الواحد .

سادسا : الصفات الوراثية Genetic characteristics

استخدمت في السنوات الأخيرة نسبة القواعد النووية لبعضها كوسيلة للتعرف على الأجناس المختلفة والى حد ما للتعرف على أنواع الجنس الواحد وفي الحالة الأخيرة تكون هذه الصفة مصاحبة لصفات أخرى .

نمو وتكاثر البكتريا

Growth and reproduction

تعنى كلمة نمو Growth فى المفهوم البيولوجى زيادة فى كل مكونات الكائن الحى وليس فقط فى بعض مكوناته، أى الزيادة فى الكتلة الخلوية ؛ بينما فى الكائنات وحيدة الخلية فانه يؤدى الى زيادة فى عدد الأفراد أى أن لفظ نمو تساوى كلمة تكاثر فى مجال الميكروبيولوجى .

التكاثر اللاجنسى للبكتريا : Asexual reproduction

تتكاثر كل أنواع البكتريا الحقيقية بطريقة غير تزاوجية Asexual process تسمى بالانقسام الثنائى البسيط (Binary fission) simple وتحدث عملية الانقسام كالتالى : ـ

١ ـ تشاهد زيادة فى محتويات الخلية البروتوبلازمية .

٢ ـ يحدث استطالة فى الخلية البكتيرية .

٣ ـ يتكون بروزات جانبية فى نقطتين متقابلتين تخرجان من السطح الداخلى للغشاء البروتوبلازمى وينموان متقابلين فى اتجاه مركز الخلية البكتيرية على طول المحور العرضى ، وبعد أن يلتحم هذان البروزان من الغشاء مع بعضهما تتكون خليتان جديدتان . يلى ذلك تكون جدار الخلية من الداخل للخارج ثم ينقسم جدار الخلية طوليا الى قسمين .

وبذلك تصبح الخلية خليتين ، والخليتان الناتجتان قد ينفصلان مباشرة أو يحدث الانفصال بعد فترة من الزمن أو قد يبقيان متصلتين ومن ذلك تتكون سلسلة من الخلايا والخلية الناتجة تحمل صفات الخلية الأصلية ٠

ويعتبر هذا النوع من التكاثر هو الشائع فى البكتريا ولو أنه قد شوهدت أنواع أخرى من التكاثر اللاجنسى مثل التبرعم وتكوين الكونيديات فى المزارع البالغة لبعض أنواع من البكتريا الراقية ٠

وتنقسم الخلية البكتيرية خلال طور النمو السريع فى معظم الأحيان فى مدة تتراوح ما بين ٢٠ ـ ٣٠ دقيقة ، وقد تصل هذه الفترة ٥ ـ ٦ ساعات فى الأنواع البطيئة النمو حتى فى طور النمو السريع log phase وهناك بعض أنواع بكتريا حمض اللاكتيك التى تنمو جيدا فى اللبن تنقسم كل ٣٠ دقيقة اذا ما حفظت على درجة حرارة الغرفة ، ويستمر هذا النوع فى التكاثر السريع حتى تبدأ فضلات البكتريا فى التراكم أو حتى تستنفذ بعض الأغذية الضرورية ٠

التكاثر الجنسى Sexual reproductions

أمكن حديثا اثبات حدوث تكاثر جنسى فى البكتريا وذلك عن طريق مشاهدة انتقال صفات الآباء الى الأجيال المتعاقبة وتكون الآباء فى هذه الحالة مختلفة فى واحدا أو أكثر من الصفات

الوراثيـــة ، ويتــم ذلــك بواســطة عمليــات Transformation, Conjugation and Transduction ولا يحــدث تـزاوج حقيقــى فــى أى من هــذه العمليــات أى لا يتــم التحــام نــووى معـــــــين ، ولكــن بــدلا من ذلــك يحــدث انتقــال لجــزء من المــادة الــوراثيــة للمعطــى Doner الــى الخليــة المســتقبلــة recipient cell وعلــى ذلــك تصبح الخليــة المســتقبلــة متضــاعفــة فقــط Diploid فــى جــزء من مــادتهــا الــوراثيــة ، ويتكــون زيجوت جــزئى نتيجــة لانتقــال الجينــات ولاثبــات العمليــة الســابقــة اســتعملــت طفــرات من بكتريــــــــا E. Coli تختلــف فــى كفاءتهــا البيوكيميــائية ، وعنــد زراعــــة اثنيــن من هــذه الطفــرات المختلفــة فــى مزرعــة واحــدة أمكــن بعــد ذلــك بالطــرق المختلفــة عــزل بعــض الخــلايــا النــاتجــة عــن التكــاثـــــــــر الجنســى والتــى تجمــع بــين صفــات الأبــوين المســتعملين .

وعلــى ذلــك فــانــه يمكــن أن ينشــأ عــن طــريق التكــاثــر الجنبيـــى هجــن جــديــدة امــا طبيعيــا أو نتيجــة تــزاوج متحكــم فيــه ممــا يعطـــى أجيــالا لهــا خــواص ذات أهميــة اقتصــاديــة مثلهــا .

...وج جنسى بين خليتين بكتيريتين ذات كروموسوم حلقى .

خطوات انقسام ... كروموسوم حلقى

أطوار النمو في الكائنات الدقيقة

أطوار النمو في الخلية : ـ

عند تلقيح بيئة غذائية كاملة العناصر بميكروب معين وتحت ظروف مناسبة من الحرارة والحموضة والتهوية ، يبدأ هذا الكائن في النمو ثم التكاثر وتوجد عدة طرق لقياس نمو الميكروبات وهذه يمكن تقسيمها الى قسمين : ـ

طرق مباشرة : ـ

١ ـ الشرائح الميكروسكوبية ذات الحجرات المقسمة •

٢ ـ بالتخفيف ثم التلقيح على بيئات آجار صلبة •

٣ ـ الوزن الجاف Dry weight •

٤ ـ العلاقة بين الازدياد في العكارة والوزن الجاف •

طرق غير مباشرة : ـ

ـ قياس بعض الظواهر التي لها علاقة بالنمو كالحموضة • ومن الطرق المباشرة : ـ

١ ـ عد الخلايا في حجم معين من المزرعة بواسطة الشرائح الميكروسكوبية ذات الحجرات المقسمة حيث تعد الميكروبات المحصورة في حيز تلك الحجرات وهذه الطريقة تستعمل عموما للبكتريا والخمائر وكذلك بالنسبة لجراثيم الفطريات، ويوجد أحجام مختلفة من تلك الشرائح حسب نوع الميكروبات • وهذه الطريقة تعطي فكرة عن عدد الخلايا الكلي في المزرعة

دون التمييز بين الخلايا الحية والميتة .

٢ ـ تقدير الخلايا الحية :. بطريقة التخفيف ثم التلقيح على بيئات آجار صلبة Plate count agar وفي هذه الطريقة تنمى الكائنات على بيئات آجار بعد تخفيفها بطرق معينة ثم التحضين لمدة معينة وعد المستعمرات النامية في كل تخفيف وضربها في مقلوب التخفيف .

٣ ـ طريقة الوزن الجاف للخلايا في حجم معين من المزرعة وذلك بأخذ كمية أو حجم معين من المزرعة وتجفيفه على درجة حرارة عالية لمدة معينة حتى يثبت الوزن ولا يتغير بزيادة مدة التجفيف . وعموما تدون النتيجة على أساس الوزن الجاف بالمليجرام .

٤ ـ طريقة العكارة Trubidity حيث تدل درجة عكارة البيئة على درجة النمو . ولكي تكون النتائج المتحصل عليها لها معنى معين توجد علاقة بين الازدياد في العكارة والوزن الجاف للمزرعة وهذه الطريقة يحدد استعمالها نوع البيئة المستعملة حيث قد تحتوي على مواد عضوية لا تسمح بقراءة العكارة بواسطة الأجهزة الخاصة بذلك مثل جهاز الاسبكتروفوتوميتر .

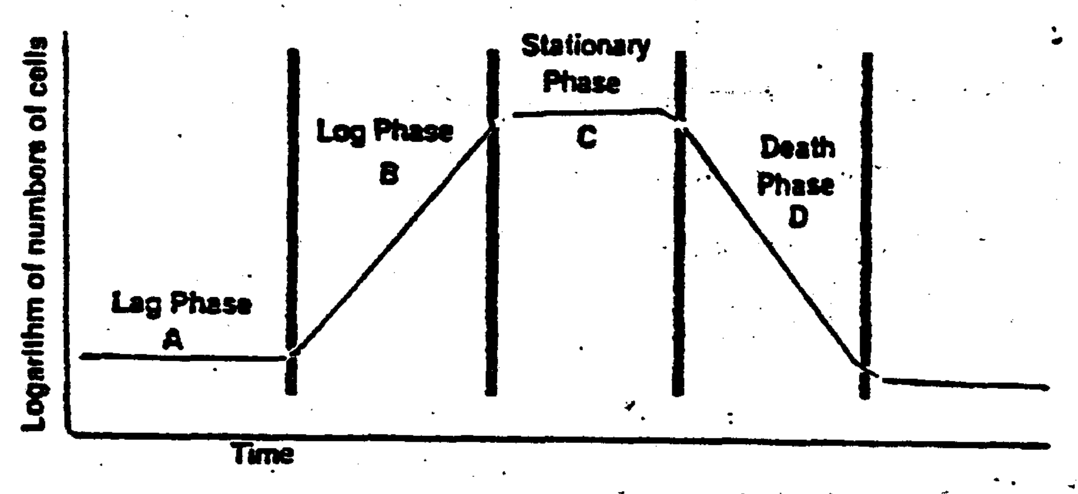
من الطرق الغير المباشرة :ـ

قياس بعض الظواهر التي لها علاقة بالنمو كما في حالة الزيادة في الحموضة في عمليات التخمير الخاصة بانتاج الأحماض

العضوية ولكن يفضل عموما الطرق المباشرة عن غير المباشرة

منحنى النمو Growth curve

عند قياس نمو ميكروب معين في احدى المزارع نجد أن معدل النمو growth rate يتغير بتغير الوقت ، ويمكن تمييز الأطوار المختلفة التالية : —



Four phases in the growth of a culture

١ — الطور التحضيري Lagphase

وفيه يكون التكاثر منعدما أو بطيء جدا — فعند تلقيح بيئة معينة بميكروب ما لا يحدث أي زيادة في عدد الخلايا أو زيادة في وزنها لفترة من الوقت تختلف باختلاف حجم المادة الملقحة Inoculum وباختلاف حالتها الفسيولوجية وكذلك بنوع سلالة الميكروب المستعمل وهذه الفترة تدخل فيها الخلايا في مرحلة نشاط كيماوي من حيث البناء والتأقلم على الظروف الجديدة المحيطة بها • وذلك كله للاستعداد للمرحلة القادمة حيث يكون التكاثر في أنشط حالة

وعند فحص الخلايا ميكروسكوبيا نجد أنها تزيد فى الجسم فقط •

٢ ــ طور النمو اللوغاريتمى Logaritmic growth phase

وهذا الطور يتميز بتكاثر الخلايا النشط وأن معدل النمو يكون ثابت • وتختلف أصناف الكائنات الدقيقة فى هذا المعدل لاختلاف تركيبها الوراثى واختلاف البيئة المناسبة لنمو كل منها ــ فالفترة ما بين تكوين الخلية وتكاثرها تعرف بمدة الجيل generation time فمثلا E. Coli تحت الظروف البيئية المناسبة قد يصل معدل نموها الثابت الى ٢٠ دقيقة فى حين أن Mycobacteria قد يصل معدلها الى بضع ساعات ، وعادة يقل معدل التكاثر فى نهاية الطور اللوغاريتمى حتى أن عدد الخلايا يصبح ثابتا تقريبا ويبدو أن نفاذ واحد أو أكثر من المواد الغذائية الاضافية أو تراكم نواتج عملية التحول الغذائى هو الذى يسبب توقف عمليات التكاثر السريعة • وهذا الطور قد تكون مدته قصيرة جدا فى بعض البكتريا (٢٠ ــ ٣٠ دقيقة) وقد تصل الى بضعة أيام فى بعض الكائنات البطيئة النمو وتختلف مدته باختلاف الظروف البيئية والمزرعية •

٣ ــ طور الثبوت Stationary phase

وبمرور الوقت فى الطور اللوغاريتمى تستهلك الكائنات الدقيقة معظم المواد الغذائية وكذلك تتجمع أو تتراكم الافرازات الخلايا

الناتجة من النمو والبناء الحيوى الى درجة أن البيئة تصبح غير صالحة لنمو تلك الكائنات ولذلك ففى نهاية الطور اللوغاريتمى نجد أن المزرعة تدخل الطور الثابت والذى يتميز بثبات عدد الخلايا فى المزرعة وذلك لأن عدد الخلايا الناتج من الانقسام يتساوى مع عدد الخلايا التى تموت ويتحكم فى مدة هذا الطور درجة حساسية الميكروب للتغيرات التى تحدث بالبيئة والناتجة من الافرازات الحيوية التى قد تكون فى بعض الأحيان مضرة بالخلايا مثل التغيير فى الحموضة والـ pH أو عدم صلاحية التهوية (الأكسيجين المعتى) .

٤ ـ طور النمو السلبى أو الموت Death or decline phase

عندما يصل النمو الى مرحلة بحيث يصبح معدل الموت أكبر من معدل النمو وبذلك تدخل المزرعة آخر أطوار نموها والذى يعرف بطور الموت أو النمو السلبى والذى يتميز بأن عدد الخلايا الحية يقل تدريجيا حتى تموت كل خلايا المزرعة لعدم توافر المواد الغذائية أو وجود مواد ناتجة من التخمر لها تأثير سام أو ضار على المزرعة . وعموما فى حالة الفطريات نجد أنها خلال هذا الطور تتحلل خلاياها ذاتيا autolysis ويمكن التغلب على الظروف السابقة التى تفرض على المزارع والتى تؤدى فى النهاية الى موتها كما فى حالة التخمر المستمر contineous fermentation بتزويد المزرعة باستمرار بالمواد الغذائية .

صبغ البكتريا Bacterial staining

من الصعب رؤية البكتريا فى غير التحضيرات المصبوغة حيث أنها عديمة اللون • والصبغة هى مادة كيماوية عضوية ملونة لها القدرة على أن تتحد مع بعض المواد الأخرى وتكسبها لونا معينا والصبغات اما حامضية وهذه تتفاعل مع المواد القاعدية ومن أمثلتها الفوكسين الحامضى وصبغات قاعدية وهذه تتفاعل مع المواد الحامضية فى الخلية ومن هذه الأصباغ الكريستال البنفسجى (الجنسيان) ، أزرق الميثلين ، أخضر الماكيت •

وعموما فان الصبغات حامضية كانت أو قاعدية تتفاعل مع بروتين الخلية ذو الخواص الأمفوترية ، ويتم الاتحاد بين الصبغة وبين مجموعة الأمين أو مجموعة الكربوكسيل المكونة للأحماض الأمينية حسب نوع الصبغة ، pH البيئة •

طرق الصبغ :

أ ـ صبغات بسيطة :

تستعمل لتميز البكتريا عن الوسط المحيط بها ولبيان شكلها وحجمها وفى هذه الطرق تستعمل صبغة واحدة ، ويأخذ الميكروب لون الصبغة وذلك مثل الصبغ بالصفرانين أو الفوكسين أو أزرق •••• الميثلين •

ب ـ الصبغات التميزية Differential stains

وفى هذه الطرق تستعمل أكثر من صبغة فى عدة خطوات ـ متتالية أو خطوة واحدة وذلك لاظهار الفروق بين الأنواع "مكتيرية

المختلفة أو بين المكونات المختلفة للخلية ، ومنها :-

١ - الصبغ بطريقة جرام Gram stain

وهى أهم طريقة استعملت لدراسة البكتريا وفيها يعرض الغشاء المثبت لصبغة الجنسيان ثم محلول اليود ثم كحول الايثانول لازالة اللون ثم الصفرانين أو الفوكسين المخفف وحسب نتيجة الصبغ تقسم البكتريا الى مجموعتين :

الأولى - موجبة لصبغة جرام Gram positive

وهى التى تحتفظ بصبغة الجنسيان بعد معاملتها بالمذيبات مثل الكحول وتظهر الخلايا بلون بنفسجى •

الثانية - سالبة لصبغة جرام Gram negative

وهى التى تفقد صبغة الجنسيان عقب معاملتها بالكحول وتكتسب لون الصبغة المضادة والمستعملة وهى الفوكسين أو الصفرانين ويصبح لون البكتريا أحمر أو قرمزى •

والبكتريا الموجبة تختلف عن السالبة فى الصفات الاتية :-

م	البكتريا الموجبة لجرام	البكتريا السالبة لجرام
١	تحتوى على ريبو نيو كلويات المغنسيوم ٠	لا تحتوى ٠
٢	حساسة للبنسلين ٠	حساسة للاستريتوميسين ٠
٣	مقاومة للقلويات	غير مقاومة ٠
٤	لها Iso electric point من pH ٢٫٥ ـ ٤ ٠	من ٤٫٥ ـ ٥٫٥ ٠
٥	عادة كروية وعصوية متجرثمة ٠	عادة عصوية غير متجرثمة ٠
٦	قد تكون صامدة للأحماض ٠	غير صامدة للأحماض ٠
٧	تحتاج لمواد معقدة فى التغذية ٠	تحتاج الى مواد أبسط ٠

٢ ـ صبغ البكتريا الصامدة للأحماض . Acid fast stain

حيث تعرض الأغشية المثبتة لكربول فوكسين ساخن لتمكين الصبغة أن تنفذ الى الخلايا وكحول ايثانول حامضى ثم أزرق ميثلين ، فتحتفظ الخلايا بلون صبغة كربول فوكسين وتظهر بلون أحمر وتسمى Acid fast ؛ أما الغير مقاومة للأحماض فان الكحول الحامض يزيل منها صبغة كربول الفوكسين وتأخذ لون الصبغة المضادة المستعملة وهى صبغة أزرق الميثلين ٠

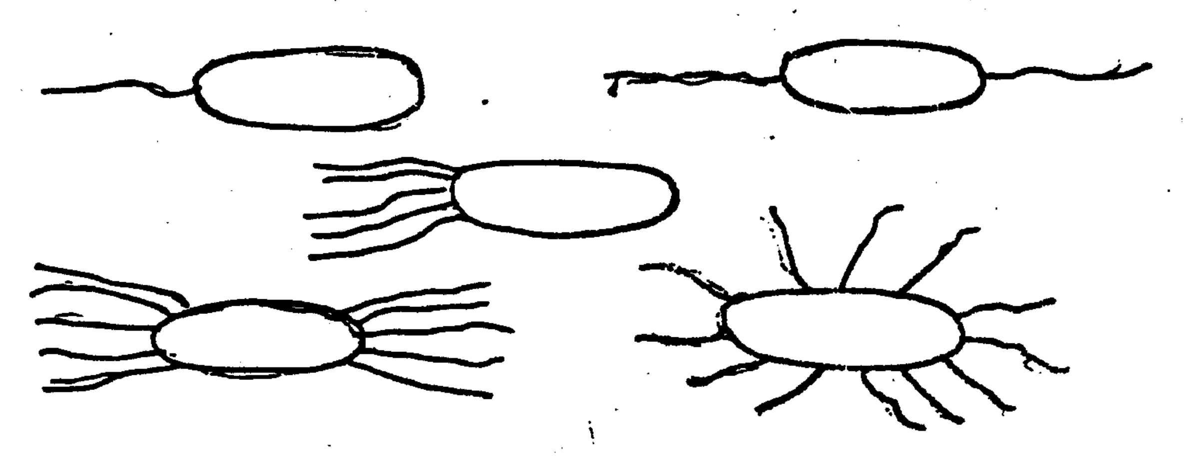
والخلايا المقاومة للأحماض تعود قدرتها على مقاومة الأحماض الى احتوائها على نسبة عالية من الليبيدات حوالى ٤٠ ٪ ٠ وعموما فان الخلايا الصامدة للأحماض تكون موجبة لجرام غالبا ٠

حـركـة البكـتريـا

تنقسـم البكتريـا الـى متحركـة وغيـر متحركـة ، والبكتريـا المتحركـة تتحـرك بـاحـدى طـريقتـين : ـ

١ ـ بواسـطة الحركـة البراونيـة أو بفعـل التيـارات التـى تتولـد فى البيئـات التـى تنمـو فيهـا .

٢ ـ بواسـطة أعضـاء خاصـة للحركـة يطلـق عليهـا اسـم الأسـواط أو الفلاجـلات والأسـواط عبـارة عـن نمـوات رفيعـة جـدا تشـبه الخيـوط وتخـرج من بروتـوبـلازم الخـلايـا ، وعـلاوة علـى ذلـك فقـد يختلـف البروتيـن المكـون لأسـواط نـوع مـا من البكتريـا عـن بروتـين أسـواط الأنواع الأخـرى وتقـوم الأسـواط بسلسـلة متزنـة من الانقبـاضـات والامتـدادات تـسبب تحـرك الخلايـا البكتيريـة ، وتحـت الظـروف المثاليـة قـد تتحـرك البكتريـا بسرعـة تزيـد عـن ٦٠ ميكـرون /ث ومعنـى ذلـك أن بكتريـا عصـوية طولها ٢ ميكـرون قـد تتحـرك نحـو ٣٠ مـرة مثـل طولهـا فـى ثانيـة واحـدة وبنفـس السـرعة فـان الرجـل يسـتطيع أن يجـرى ٤٥ متر/ث ، وتظهـر الأسـواط موزعـة علـى الخلايـا البكتيريـة كمـا فـى الأشـكال التاليـة : ـ



بكـتريـا ذات فـلاجـلات فـى أوضـاع مختلفـة

وتظهر الأسواط موزعة على الخلية البكتيرية فى أربعة أوضاع كما بالشكل وهى : ـ

١ ـ وحيدة السوط Monotrichous

وفيها يوجد سوط واحد فقط فى أحد أطراف الخلية •

٢ ـ سوطية الطرف Lophotrichous

وفيها تكون الأسواط حزمة فى أحد أطراف الخلية •

٣ ـ سوطية الطرفين Amphitrichous

وفيها تكون الأسواط على هيئة حزمة عند طرف الخلية •

٤ ـ محيطية الأسواط Peritrichous

وفيها تكون الأسواط موزعة على جميع سطح الخلية •

وبالرغم من أن عدد الأسواط وتوزيعها على الميكروب يختلف من ميكروب لآخر الا أنها عادة تكون ثابتة فى النوع الواحد من البكتريا • ومعظم البكتريا الحلزونية ونسبة كبيرة من البكتريا العصوية لها أسواط، أما البكتريا الكروية فقليل جدا منها لها أسواط •

وقد تفقد البكتريا ذات الأسواط أسواطها بالرج الميكانيكى أو الطرد المركزى أو بفعل المنظفات ، كما قد تفقد مؤقتا قدرتها على تكوين الأسواط اذا ما نمت فى ظروف غير مناسبة •

التنفس فى البكتريا Respiration of Bacteria

يقصد بتنفس البكتريا جميع التفاعلات التى تحدث داخل الخلية منتجة للطاقة وتنحصر وظيفة التنفس فى وظيفتين رئيسيتين :ـ

١ ـ إمداد الخلية البكتيرية بالطاقة اللازمة لحياة ونمو البكتريا .

٢ ـ تحويل جزء من المركبات المعقدة الى مواد بسيطة تستخدم فى عمليات البناء البروتوبلازمى فى الخلية .

واذا تأكسدت مادة ما فلابد لمادة أخرى أن تختزل ـ والمادة المؤكسدة تفقد اليكتروناتها بينما تكتسبها المادة المختزلة ويمكن تمثيلها بالمثال الآتى :ـ

$$نح^{+} + ح^{+++} \rightleftharpoons نح^{++} + ح^{++}$$

مؤكسدة مختزل

أما فى حالة المادة العضوية كما هو الحال فى معظم أنواع التنفس البكتيرى فان ذلك يشمل انتقال ذرات ايدروجين بالاضافة الى انتقال اليكترونات . فنجد أن حامض البيروفيك قد اختزل الى حامض اللاكتيك باستقبال ذرتين أيدروجين من حامض الماليك بينما يتأكسد حامض الماليك الى حامض الأكسالخليك بفقد ذرتين ايدروجين . ومعظم الأكسدة الحيوية يمكن تبسيطها على أنها نقل ايدروجين وبالتالى فقد اليكترونات كما فى المثال الآتى :ـ

أ ـ يد ٢ + ب $\rightleftharpoons$ أ + ب ـ يد ٢

(H. donator) (H. acceptor)

ويتم الأكسدة والاختزال عن طريق انزيمات التنفس ، حيث فى عملية الأكسدة تنطلق طاقة بينما فى عملية الاختزال تستهلك طاقة • والنتيجة النهائية انطلاق طاقة أكثر من استهلاك طاقة ويستعمل الفرق فى الطاقة فى الاحتياجات الأخرى للخلية •

وينقسم التنفس فى البكتريا الى قسمين : -

١ - التنفس الهوائى Aerobic respiration

وفيه يكون مستقبل الايدروجين النهائى هو الأكسيجين الجوى - ويتم ذلك بأكسدة المادة الغذائية عن طريق انتزاع الايدروجين بواسطة الانزيمات المؤكسدة • واما أن تكون الأكسدة كاملة حيث تحصل البكتريا الهوائية والاختيارية على أقصى كمية من الطاقة وذلك عن طريق أكسدة المادة الغذائية أكسدة كاملة أو تكون الأكسدة غير كاملة incomplete oxidition نتيجة لنقص كمية الأكسيجين وقصر زمن التفاعل ومثال ذلك بكتريا Lactobacillus والتى تقوم بأكسدة سكر الجلوكوز أكسدة غير كاملة لانتاج حامض اللاكتيك •

٢ - التنفس اللاهوائى Anaerobic respiration

ويتم هذا النوع من التنفس فى غياب الأكسيجين الحر حيث تستطيع بعض الميكروبات عن طريق مجموعة من الانزيمات المؤكسدة والمختزلة على القيام بعملية الأكسدة والاختزال (التنفس) دون الحاجة للأكسيجين بنزع الايدروجين من المركبات القابلة للأكسدة ونقله للمركبات القابلة للاختزال ويتم هذا النوع بواسطة الميكروبات

بطريقتين : ــ

أ ــ حدوث أكسدة واختزال داخل الجزىء : ــ

وهو ما يعرف بالتخمر Fermentation وهو أكثر أنواع التنفس شيوعا ــ حيث تقوم الميكروبات الهيتروتروفية اللاهوائية أو الاختيارية بتكوين مستقبلات الايدروجين بنفسها من المواد الغذائية القابلة للأكسدة مثل الجلوكوز حيث يتعرض هذا السكر لعمليات أكسدة واختزال داخل الجزىء كما فى حالة تخمر الجلوكوز بواسطة الخميرة لانتاج الكحول . كما يلى : ــ

ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ أ$_{٦}$ ــــ خميرة ــــ◄ ٢ ك$_{٢}$ يد$_{٥}$ أ يد + ٢ ك أ$_{٢}$ + طاقة

ب ــ أكسدة واختزال بين الجزئيات :

حيث تقوم الميكروبات الهيتروتروفية بأكسدة المواد العضوية بواسطة الأكسجين الموجود فى بعض المركبات غير العضوية للحصول على الطاقة اللازمة لها كما يلى :

ك$_{٢}$ يد$_{١٢}$ أ$_{٦}$ + ١٢ بون أ$_{٣}$ ــــ◄ ١٢ بون أ$_{٢}$ + ٦ يد$_{٢}$ أ + ٦ ك أ$_{٢}$ + طاقة

Nutration of Bacteria تغـذية البكـتريـا

تحصـل البكتريـا علـى طـاقتهـا وعلـى العنـاصـر الـلازمـة لنمـوها عـن طـريقـة غـذائهـا ، وقـد تحتـم الضـرورة اضـافـة الفيتـامينـات لغـذاء بعـض الكـائنـات الدقيقـة شـأنهـا فـى ذلـك شـأن الحيوانـات الراقيـة • وتنحصـر أهميـة التغـذية للميكـروبـات فـى ثـلاث وظـائف رئيسـية • الامـداد بالمـواد الـلازمـة لبنـاء البـروتـوبـلازم ـ الامـداد بالطـاقـة الضـرورية لنمـو الخلايـا والتفـاعـلات الحيـويـة ، وأخيـرا تسـتعمـل كمسـتقبل للاليكترونات المتحصـل عليهـا من التفـاعـلات المنتجـة للطـاقـة •

وتحتـاج معظـم الكـائنـات الدقيقـة تقريبـا لنفـس العنـاصـر الـلازمـة للكـائنـات الحيـة الأخـرى فالكربـون والايـدروجـين والأكسـيجين والنتروجـين والكبريـت هـى العناصـر الأسـاسـية المكـونـة للبروتـين وبالتالـى فهـى ضـروريـة ـ كمـا تحتـاج هـذه الكـائنـات الـى كميـات أقـل من الفوسـفور والحـديد والمغنسـيوم والبوتـاسـيوم وربمـا الكالسـيوم ـ وكـذا فـان بعـض الكـائنـات الدقيقـة تحتـاج الـى كميـات بسـيطة من واحـد أو أكثـر من العناصر النـادرة الآتيـة : الزنـك والمـولبـدنيـم والكوبـالـت •

١ ـ مصـدر الكـربـون Carbon source

يعتبـر الكربـون من المكـونـات الرئيسـية للمـواد العضـويـة فى الخليـة كمـا يعتبـر مصـدر هـام للطـاقـة لـلازمـة لعمليـات التمثيـل البنـائى فـى داخـل الخليـة البكتيريـة وتختلـف أنـواع البكتريـا اختـلافـا كبيـرا بالنسـبة لمصـدر الكربـون المسـتعمـل وتقسـم البكتريـا من هذه الناحية الـى قسـمين

مختلفين : ـ

٢ ـ البكتريا ذاتية التغذية Autotrophic bacteria

وفيها تحصل البكتريا على الكربون اللازم لها من ثاني أكسيد الكربون وتحصل على المركبات الأخرى التي تحتاج اليها من المركبات غير العضوية فمثلا الازوت اللازم لها تحصل عليه من الأمونيا أو النترات وهي في هذه الناحية تشبه النباتات حيث لاتحتاج الى مركبات عضوية في نموها وهي تنقسم الى : ـ

أ ـ البكتريا ذاتية التغذية الممثلة للضوء

Photosynthetis bacteria

وهذه البكتريا تستطيع القيام بعملية البناء الضوئي مستغلة في ذلك الطاقة الشمسية وهي في ذلك تشارك النباتات والطحالب في استغلالها للطاقة الضوئية لبناء غذائها العضوي .

ب ـ البكتريا ذاتية التغذية المحللة للمواد الكيماوية

Chemosynthstic bacteria

وهي تضم البكتريا التي لا تستطيع القيام بعملية التمثيل الضوئي وتستطيع النمو في غياب الضوء وتستمد الطاقة اللازمة لها من نفس الغذاء الذي تستهلكه أي من تحليل المواد الكيماوية عن طريق أكسدة العناصر أو المركبات غير العضوية البسيطة .

مما سبق يتضح أن البكتريا الأوتوتروفية (ذاتية التغذية) تحتاج في تغذيتها الى مواد بسيطة التركيب لتصنع منها في النهاية

أعقد المواد المعروفة وهو البروتوبلازم الحى ، ولاشك أنها تحتوى على نظام متكامل من الانزيمات التى تمكنها من بناء هذه المواد المعقدة من المواد بسيطة التركيب •

٢ ٢ ـ البكتريا غير ذاتية التغذية

Heterotrophic bacteria

وهى البكتريا غير القادرة على استعمال ثانى أكسيد الكربون كمصدر وحيد للكربون ـ وتحتاج هذه البكتريا الى مواد عضوية أكثر تعقيدا من ثانى أكسيد الكربون كمصدر للكربون اللازم لها وتحصل على طاقتها من أكسدة هذه المواد العضوية • ومن المواد العضوية التى تصلح لتنمية البكتريا الكربوهيدرات ومنها السكريات والنشا والسليلوز ويلى ذلك فى الأهمية الأحماض العضوية والكحولات وغيرها •

ويمكن لهذه البكتريا أن تستخدم غذاء واحد ويفى بأكثر من غرض مثل الامداد بالطاقة وبناء البروتوبلازم فمثلا يستعمل بكتريا E. Coli : الجلوكوز لكمصدر للطاقة ومصدر للكربون فى بناء البروتوبلازم ـ كما تستعمل الميكروبات المتجرثمة اللاهوائية الأحماض الأمينية كمصدر للطاقة وكذا مصدر الكربون والنيتروجين فى بناء بروتوبلازمه •

٢ ٢ ٢ ـ البكتريا الذاتية وغير الذاتية

Autotrophic heterotrophic bacteria

وهى تضم الميكروبات التى تستطيع استعمال ثانى أكسيد الكربون كمصدر وحيد للكربون فى غياب كمية كبيرة من المواد العضوية المعقدة

بينما يمكنها استعمال كربون ونيتروجين عضوى للنمو والحصول على الطاقة فى وجود المواد العضوية فى بيئتها – ومن أمثلة هذه الميكروبات بعض البكتريا الممثلة للضوء والتى تستطيع النمو كميكروبات أوتوتروفية فى وجود الضوء بينما فى غيابه تنمو كميكروبات هيتروتروفية ·

٢ – الأوكسيجين والايدروجين :

تحصل البكتريا على الأوكسيجين والأيدروجين اللازمين لها من الماء الموجود فى البيئة لذا فوجود الماء فى البيئة ضرورى لنمو البكتريا – وتحصل البكتريا الهوائية على الأوكسيجين من الجو أيضا وتقسم البكتريا بالنسبة لحاجتها الى الأوكسيجين الى أربعة أقسام :–

أ – بكتريا هوائية Aerobic bacteria :

وهى البكتريا التى لايمكنها أن تعيش الا فى وجود الأكسيجين الجوى حيث تستخدم الأكسيجين كمستقبل للاليكترونات الناتجة من التفاعلات المنتجة للطاقة أثناء عمليات التحول الغذائى ومن أمثلة البكتريا الهوائية حتما بكتريا الأزوتوباكتر والتأزت ·

ب – بكتريا اختيارية Facultative bacteria

وهذا النوع من البكتريا يمكنها أن تعيش فى وجود الأكسيجين الجوى أو غيابه مثل بكتريا القولون وكذا ميكروب الخميرة yeast يمكنه أن يحول عمليات التحويل الغذائى له من هوائى الى لاهوائى وتعتمد فى هذا على الظروف البيئية النامية فيها ·

جـ – البكتريا غير الهوائية

وهذه البكتريا لايمكنها أن تعيش فى وجود الأكسيجين الجوى

وليس معنى هذا أن البكتريا غير الهوائية لاتحتاج الى الأكسيجين فى نموها اذ لابد أن تأخذ هذه البكتريا الأكسيجين اللازم لها من المواد الكيميائية التى يحتوى على الأكسيجين وتحصل على الطاقة اللازمة لها بتحويل المواد ذات الطاقة العالية الى مواد ذات طاقة أقل ومن أمثلتها جنس Clostridium

د - البكتريا ذات الاحتياج الهوائى القليل :

Microaerophilic bacteria

وهى تحتاج الأكسيجين بقدر ضئيل وبعضها ليس محتاج لقدر ضئيل من الأكسيجين ولكن تحتاج لكمية عالية من ثانى أكسيد الكربون ومن أمثلتها بعض الأجناس التابعة لـ Lactobacillus ، Neisseria

٣ - مصدر النتروجين Nitrogen Source

يلعب النتروجين دور هام فى بناء بروتوبلازم الخلية البكتيرية وفى تخليق الأحماض النووية والانزيمات ومرافقاتها .وتحصل معظم أنواع الميكروبات على مصدر النتروجين اللازم لها من أملاح الأمونيوم التى تضاف لها فى البيئة كمصدر رئيسى للنتروجين ، وبهذا تتحول الأمونيا الى نتروجين عضوى فى هذه الميكروبات . وهناك عدد محدود من الميكروبات والطحالب الخضراء المزرقة يمكنها تمثيل النتروجين الجوى حيث تختزله الى أمونيا وتعرف هذه العملية بتثبيت النيتروجين Nitrogen fixation وتقوم به ميكروبات الأزوتوباكتر Azotobacter

٤ ـ المواد المعدنية : Mineral salts

تدخل المواد المعدنية في تركيب محتويات الخلية كالبروتوبلازم والانزيمات ، كما تعمل على حفظ الضغط الاسموزي وتوازن الأيونات. فالفوسفور والكبريت يدخلا في تركيب الأحماض الأمينية كما تحتاج الى المغنسيوم والبوتاسيوم والحديد والكالسيوم والزنك والمولبدنيم والكوبالت والنحاس والمنجنيز.

٥ ـ عوامل النمو والفيتامينات :

Growth factors and vitamins

وعوامل النمو Growth factors هي المواد العضوية التي يحتاجها الميكروب إلى جانب المصادر الرئيسية للكربون والطاقة. وتعتبر الأحماض الأمينية من عوامل النمو المستخدمة لكثير من الميكروبات حيث أنها لازمة لبناء الأحماض النووية . وتعمل أيضا الفيتامينات كعوامل نمو ولذا يجب أن تضاف للبيئة الغذائية ليمكن للميكروب أن ينمو ومن أهم وظائفها أنها تعمل كمرافقات انزيمية .

٦ ـ غاز ثاني أكسيد الكربون Carbon dioxide

وضح سابقا أن البكتريا ذاتية التغذية والممثلة للضوء والتي تحصل على طاقتها من أكسدة المركبات المعدنية تستطيع أن تستعمل ك أ ٢ ، كمصدر وحيد للكربون في تغذيتها .

ويرجع صعوبة الكشف عن مدى احتياج الميكروبات غير ذاتية التغذية الى غاز ك أ ٢ كمادة غذائية لانتاج كميات كبيرة من ك أ ٢ بواسطة هذه الميكروبات أثناء عمليات التحول الغذائي لها . وهناك

أمثلة كثيرة فى حالة الميكروبات غير ذاتية التغذية والتى تبين أنه بازالة ثانى أكسيد الكربون من البيئة حدث تأخر فى نمو هذه الميكروبات وقد وجد أن بعض الميكروبات تحتاج هذا الغاز بنسبة عالية تصل الى ١٠ ٪ ك أ٢، مثل ميكروب <u>Brucella</u> <u>abortus</u>

تأثير العوامل الطبيعية على نمو وتكاثر البكتريا

١ - الحرارة : Temperature

يختلف النطاق الحرارى اختلافا كبيرا اذ يتسع هذا النطاق ليقع بين صفر - ٨٥°م ولكل نوع أو سلالة بكتيرية نطاق حرارى يقع فى حدود الدرجة الدنيا Minimum والدرجة القصوى Maximum وبينهما درجة حرارة مثلى Optimum

- درجة الحرارة الدنيا Minimum Temperature

هى درجة الحرارة التى لو نمت الميكروبات على درجة من الحرارة أقل منها فانها لا تنمو .

- درجة الحرارة القصوى Maximum Temperature

هى درجة الحرارة التى لو نميت الميكروبات على درجة من الحرارة أعلى منها فانها لا تنمو .

- درجة الحرارة المثلى Optimum Temperature

هى درجة الحرارة التى تسمح بحدوث أسرع نمو خلال فترة حضانة قصيرة نسبيا بين ١٢ - ٢٤ ساعة .

وتختلف درجة الحرارة المثلى حسب البكتريا فمثلا بكتريا التربة الحرارة المثلى لها من ٢٢ - ٢٨°م أما البكتريا المرضية فتقترب من درجة حرارة الجسم فميكروب السل الدرجة المثلى له ٣٧°م وبكتريا القولون E. Coli ٣٧°م أيضا وقد أمكن تقسيم البكتريا على أساس الحرارة الى ما يأتى :

مجاميع البكتريا	Min	Opt	Max.	مصادرها
١ـ بكتريا محبة للحرارة المنخفضة Psychrophilic bacteria	صفر ـ ٥°م	١٥ ـ ٢٠°م	٣٠°م	المياه والغذاء المجمد ٠
٢ـ بكتريا محبة للحرارة المتوسطة Mesophilic bacteria	١٠ ـ ٢٥°م	٣٠ ـ ٤٠°م	٣٥ ـ ٥٠°م	البكتريا المرضية وغير المرضية ٠
٣ـ بكتريا محبة للحرارة المرتفعة Thermophilic bacteria	٢٥ ـ ٤٥°م	٥٠ ـ ٥٥°م	٧٠ ـ ٩٠°م	بكتريا متجرثمة أو غير متجرثمة

واذا ارتفعت درجة الحرارة عن درجة الحرارة القصوى فاننا نصل الى درجة الحرارة القاتلة Thermal death point وتعرف بأنها أوطى درجة حرارة تقتل عندها الميكروبات اذا تعرضت لها لمدة ١٠ دقائق على شرط أن يكون الميكروب نامى فى مزرعة عمرها ٢٤ ساعة ٠

تأثير درجات الحرارة المنخفضة :

عند انخفاض درجة الحرارة فان الخلايا البكتيرية تستمر فى عملية البناء والهدم ولكن بمعدل بطىء وذلك لأن انزيماتها يمكنها العمل على هذه الدرجة المنخفضة من الحرارة وعادة لاتحدث هذه الحرارة المنخفضة دنتره لبروتين الخلية وعموما فان البكتريا أقل تأثيرا بالبرودة عن الحرارة المرتفعة فعملية التجميد فى حفظ الأغذية ليست عاملا مؤثرا فى القضاء على الميكروبات مع أن العدد الكلى لها يقل بمقدار محسوس ، فمجموعة الميكروبات المحبة للبرودة حرارتها المثلى من ١٥ ـ ٢٠°م وهذه المجموعة من الميكروبات ليس لها تأثير جوهرى على الناحية الصحية للانسان اذا لم تكن الميكروبات المرضية موجودة أصلا بالغذاء ولكنها تغير من صفات الأغذية الطبيعية والكيماوية ويتسبب عنها تغيرات غير مرغوبة من ناحية الرائحة والطعم خاصة فى اللبن ومنتجاته ٠ وعموما فان حفظ المزارع البكتيرية على درجات

... ن الصفر لا يقتلها كلية ولكن عددها يقل ويتضح ذلك فى

... الحساسة مثل Salmonella typhosa التى أمكن

... ما من الأغذية التى حفظت لمدة عام على درجة - ٢٠ ^{o}م ومن ذلك

نستنتج أن الأغذية المجمدة والثلج يمكنها أن تحمل ميكروبات مرضة بالرغم من درجة حرارتها المنخفضة .

ومن المعروف أن درجات الحرارة المنخفضة يكون تأثيرها على الحالة الغروية لبروتوبلازم الخلية مما ينتج عنه سحق ميكانيكى للخلية وبالتالى يمكنها أن تقضى على الخلية .

لذلك فان حفظ المزارع البكتيرية لفترات طويلة بالتجميد دون التأثير على الحالة الغروية للبروتوبلازم يكون عن طريق تكون بلورات ثلجية صغيرة الحجم عديمة التأثير على الخلية ويتم ذلك بعملية التجفيف والتجميد تحت تفريغ ويطلق عليها

تأثير درجة الحرارة المرتفعة :

تزداد سرعة عمليات الهدم والبناء للخلايا البكتيرية بازدياد درجة الحرارة حيث أن الزيادة فى النشاط الحيوى على الدرجات المرتفعة من الحرارة يصحبه فساد فى البروتين الانزيمى بنسبة مرتفعة ، ومقاومة الخلايا البكتيرية لدرجات الحرارة المرتفعة يعنى أن الفساد الذى قد يحدث للبروتين الخلوى لم يشمل البروتين الانزيمى الخاص بعملية التعويض والاصلاح بحيث لو أعيدت الخلايا الى الدرجات الملائمة يمكنها استئناف النمو .

٢ ـ الرطوبة : (الماء)

يعتبر الماء ضروريا لنمو جميع الخلايا الحية ، وهذه الخلايا الحية تحتوى على نسبة عالية من الماء لكى يمكنها أن تعيش وتنمو • وفى عمليات حفظ الأغذية بواسطة التجفيف أو التجميد فان الماء يزال أو يكون فى صورة صلبة وبالتالى فيكون بعيدا عن متناول الكائنات الحية الدقيقة لكى تقوم بنشاطها الحيوى المعتاد •

والماء فى معظم الحالات يقوم بنقل المواد الذائبة الى داخل الخلية وهو يعمل أيضا على ازالة نواتج التفاعل من داخل الخلية الى خارجها كما أن الماء فى الخلية يساعد على بقاء الشكل الطبيعى وانتفاخ الخلية ، والصورة التى يوجد عليها الماء من الأهمية بمكان من الناحية الميكروبيولوجية فهناك نوعين من الماء ماء مرتبط Bound water وماء حر Free water فالماء المرتبط يوجد فى الخلايا نفسها أو يدخل فى تركيب المركبات الموجودة بالخلية مثل البروتينات والكربوهيدرات ويكون الماء جزء من النسيج الحى ويكون ضروريا لكل العمليات الفسيولوجية ذات العلاقة بالخلية نفسها ، أما الماء الحر فيوجد بداخل وحول الخلية أو النسيج ويمكن ازالته دون التأثير على العمليات الحيوية بالخلية وهو مهم لمقاومة الميكروبات للظروف غير الطبيعية •

وتحتاج الخمائر لكمية من الماء أقل من البكتريا بينما يحتاج الفطر الى ماء أقل من الخميرة •

٣ ـ الضغط الأسموزى :

يوجد ثلاث أنواع من المحاليل وهى : ـ

أ ـ Isotonic

يكون فى هذه الحالة ضغط المحلول خارج الخلية البكتيرية مساويا للضغط الاسموزى داخل الخلية وهو من المحاليل المفضلة لحياة الكائنات فالمحلول الفسيولوجى Salin ٨٥و٪ كلوريد صوديوم يعتبر من المحاليل المتعادلة .

ب ـ Hypertonic solution

اذا كانت كثافة أو تركيز المحلول خارج الخلية البكتيرية أعلى من سائل الخلية نفسه وبالتالى يحدث خروج للمياه من الخلية البكتيرية الى المحلول خارجها وتتقلص أو تتكرمش الخلية البكتيرية ويحدث لها بلزمة Plasmolysis وهذه تمنع نمو الخلية وقد تموت ولذلك فان عمليات التمليح والتكسير فى الصناعات الغذائية لحفظ الغذاء من الفساد الميكروبى مبنى على هذا الأساس .

جـ ـ Hypotonic solution

اذا قل الضغط الاسموزى فى البيئة عنه فى داخل الخلية يدخل الماء للخلية وينتج عن ذلك انتفاخ الخلية ثم انفجارها وليس لهذا المحلول أى قيمة عملية فى حفظ الأغذية .

وتنمو الميكروبات المحبة للملوحة halophilic على تركيزات تصل الى ٢٥ ٪ خاصة على الجلود وهناك عدة تفسيرات لمقاومة هذه البكتريا للتركيزات المرتفعة من ملح الطعام منها : ـ

أ ـ البروتين الانزيمي في هذه الخلايا يكون مقاوما للتثبيط بالتركيزات المرتفعة من الأملاح •

ب ـ أن الخلايا المحبة للملوحة تكون محاطة بمادة دهنية تمنع دخول الأملاح اليها •

جـ ـ أن درجة انتشار الأملاح داخل الخلية يتوقف على كمية الطاقة التي تستهلك في منطقة الغشاء السيتوبلازمي •

أما البكتريا التي تتحمل تركيزات مرتفعة من السكر فيعبر عنها باسم Saccharolytic • وعموما فان جميع الميكروبات سواء المقاومة لتركيزات الملح أو السكر المرتفعة فتسمى Osmophilic organisms

٤ ـ التجفيف : Desiccation

حيث تفقد كل خلية حية حيويتها أو يقف نشاطها اذا قلت نسبة الماء بها عن حد معين وتختلف الأنواع البكتيرية على مدى تحملها لدرجات الجفاف فلقد وجد أن ميكروب السل Microbacterium tuberculosis يتحمل الجفاف لدرجة كبيرة بعكس ميكروب الكوليرا الحساس جدا للجفاف وعموما فان البكتريا المكونة للجراثيم البكتيرية تكون أكثر مقاومة من الخلايا الخضرية ولعل أوضح مثال لمدى تحمل هذه الجراثيم للجفاف لمدد طويلة ميكروب مرض الحمرة الخبيثة B. anthracis اذ يظل هذا الميكروب قابل للعدوى بعد عدة سنوات من حفظه على حالة جافة ولقد استخدمت عمليات حفظ الأغذية بالتجفيف منذ قديم الزمان مثل عمليات التجفيف للحوم والتمور والبصل والأسماك •

٥ — pH.

وجـد أن معظـم أنـواع البكتريـا تفضـل النمـو فـى بيئـات قريبـة مـن التعـادل أى ذات pH = 7 وبعـض البكتريـا يمكنهـا تحمـل الحموضـة ومنهـا البكتريـا المنتجـة للخـل Acetobactor اذ تتحمـل أقـل من pH = 4 وهنـاك بعـض البكتريـا تفضـل الجـانب القلـوى مثـل بكتريـا العقـد الجـذرية وبعضهـا يقتـل بانخفـاض درجـة pH البيئـة كمـا هـو الحـال فـى معظـم الميكروبـات الممرضـة ٠

أمـا الخمـائر فتنمـو علـى pH من ٥ر٢ — ٥ر٤ والفطريات عمومـا تنمـو علـى pH من ٣ : ٨ ٠٠ وعـن طـريق التحكـم فـى pH البيئـة أمكـن حفـظ الأغـذية بعيـدا عـن تلـوث الميكروبـات الغيـر مرغـوبـة وذلـك بزيـادة تركيـز أيـون الايـدروجـين مثـل صنـاعـة اللبـن الزبـادى أو صنـاعـة الخـل ٠

٦ — الضغـط Pressure

تنمـو وتتكـاثـر البكتريـا تحـت ظـروف الضغـط العـادى (٧ر١٤ رطل / بوصـة المربعـة) الا أن بعـض البكتريـا التـى تعيـش فـى أعمـاق البحـار تعيـش تحـت درجـات ضغـط جـوى تصـل الـى ٥٤٥ ض٠ج ولكنهـا تظهـر علـى شـكل خيـوط رفيعـة تشـبه الميسـليـوم عنـد نموهـا بالبحـار ولكـن عنـدمـا تنقـل للجـو العـادى ، فـان الخيـوط الرفيعـة تتجـزأ وتعطـى فـى النهـايـة الشـكل العضـوى المميـز لهـذه الانـواع البكتيريـة مثـل B. subtilis ٠ ولقـد عـزلـت بعـض أنـواع البكتريـا من أعمـاق البحـار ولكـن ثبـت عـدم قـدرتهـا علـى النمـو تحـت ظـروف الضغـط العـادى ٠

٧ ـ الكهربـــاء Electricity

استخـدام التيـار الكهربـى أمكـن تطبيقـه فـى بسـترة الألبـان وقتـل الميكـروبـات فـى ميـاه الشـرب والمجـارى ولكنهـا طـريقـة غيـر عمليـة وغيـر شـائعـة ، ويرجـع التـأثيـر القـاتـل للكهربـاء لـلآتـى : ـ

١ ـ لرفـع درجـة حـرارة السـائل نتيجـة مـرور التيـار بـه فتموت الميكروبـات متأثـرة بـارتفـاع الحـرارة .

٢ ـ احـداث تغيـرات كيمـاويـة بسـبب مـرور التيـار الكهربـائى مثـل توليـد كـل من الكلوريـد والأوزون بكميـات ضئيلـة جـدا فـى المـاء .

٨ ـ القـوة الطاردة المركزيـة The centrifugal force

باسـتخـدام أجهـزة طـرد مركـزى ذات سـرعـات طـرد عـاليـة جـدا ولأوقـات كـافيـة يمكـن ازالـة بعـض الميكـروبـات ولقـد جـربت هذه الطريقـة فـى صنـاعـة الألبـان . ولا تعتبـر هـذه الطـريقـة من طـرق التعقيـم .

٩ ـ المرشـحـات البكتيـرية Bacterial filters

تسـتخـدم المرشـحات فـى تعقيـم السـوائـل التـى تتلـف باسـتعمـال الحـرارة فمثـلا سـيرم الـدم يتجـبن بالحـرارة والانزيمـات يقـف نشـاطهـا والمضـادات الحيـويـة تتلـف أيضـا بالحـرارة وكـذا سـكر اللاكتـوز . ويجـب أن نعـرف أن المرشـحات المسـتخـدمـة لا يرجـع الترشـيح فيهـا الـى سـعـة الثقـوب فقـط ولكـن هنـاك عـوامـل أخـرى مثـل الشـحن الكهربائيـة التـى يحملهـا المرشـح والشـحن الكهربيـة التـى يحملهـا الميكـروب نفسـه وطبيعـة السـائل المـراد ترشـيحـه .

١٠ ـ الموجات الصوتية Sonic and ultrasonic waves

الذبذبات الصوتية التي تسمعها أذن الانسان لها درجة ذبذبة ٨٩٠٠ سيكل/ثانية ولقد وجد أن هذا القدر من الذبذبات غير كاف لتقليل البكتريا أما الموجات supersonic فهي موجات صوتية مقدار ذبذبتها من ٩٠٠٠ الى ٢٠٠٠٠٠ سيكل/ثانية وموجات Ultrasonic من ٢٠٠٠٠٠ الى مليون سيكل/ثانية، وبتعريض الخلايا البكتيرية لموجات Ultrasonic or supersonic لوقت كاف سوف يتم تحطيمها اذ يحدث تجزأة أو انفجار للجدار الخلوى وتخرج محتويات الخلية خارجها • ولا تستخدم في الحياة العملية وتستخدم فقط فنى معامل الأبحاث لمعرفة تركيب الجدار الخلوى ومكونات الخلية •

١١ ـ الاشعاع : Radiations

تعتبر الاضاءة اشعاع اذا كان يمكن رؤيته والحرارة اشعاع اذا ـ شعرنا بها ويختلف الاشعاع المرئي عن غير المرئي حسب طول الموجة •

والموجات المرئية يختلف طولها من ٣٨٥٠ الى ٧٦٠٠ والموجات أقل أو أكثر من ذلك لايمكن رؤيتها بالعين المجردة ولكن يمكن معرفتها بالمواد الكيماوية أو التصوير الفوتوغرافي •

الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet light

وهي التي يتراوح طول موجتها بين ١٥٠٠ : ٣٨٠٠ وهي أشعة غير متأينة ويكون لها تأثير فعال عندما يبلغ طول موجتها

٢٦٠٠ Å وتستخدم لمبات الأشعة فوق البنفسجية على نطاق واسع حيث يمكنها تقليل العدد الكلى للميكروبات وتستخدم فى المعامل البكتريولوجية وتعبئة الأدوية وحجرات العمليات وفى الصناعات الغذائية واللبنية • ويرجع تأثير الأشعة فوق البنفسجية فى أنها تمتص بشراهة بواسطة البروتينات والأحماض النووية وبالتالى تسبب انهيار أو تهدم الخلية يصخبه تغير فى الأحماض النووية وقد تسبب طفرة فى الخلية أو أموتها أو تثبط الانزيمات •

أشعة اكس X rays (Rontgen rays)

يتراوح طول موجتها من ١ : ١٠٠ Å وهى أشعة متأينة وذات تأثير مميت للميكروبات وهى ذات قوة تخلل عالية ولكنها باهظة التكاليف ومن الصعب التحكم فيها حيث تخرج فى كل الاتجاهات وان كانت تستخدم فى احداث طفرات فى البكتريا •

أشعة جاما Gama rays

يبلغ طول موجتها من ١٠و : ١و Å . ونحصل عليها من النظائر المشعة مثل الكوبلت ٦٠ وهى ذات قدرة اختراق أكبر من ألفا وذات تأثير مميت أكبر أيضا وتستخدم فى التعقيم ويرجع تأثيرها المميت لاحتمالين : أولهما أنها تمتص بشراهة بواسطة البروتينات والأحماض النووية ولذلك فانه يعتقد أن لها تأثير مباشر بمناطق حساسة من الخلايا وبالتالى يتغير تركيبها الجزيئى والاحتمال الثانى فى أنها تحدث ثانيا لما تحتويه الخلايا من الماء ومن جزيئات الاوكسيجين •

تأثير المواد الكيماوية على نمو وتكاثر البكتريا
Effect of Chemical Agents

يتوقف تأثير الخلايا البكتيرية بالمادة الكيماوية على عدة عوامل أهمها :

نوع الميكروب ــ عدد الميكروبات ــ عمر الميكروبات وتاريخ حياتها السابقة والمادة التى تعيش فيها الميكروبات •

ومن أهم المواد الكيماوية المستخدمة : ــ

أ ــ الفينول ومركباته :

يستخدم الفينول كمقياس ثابت (مبيد قياسى) يمكن به مقارنة المواد المبيدة الأخرى من حيث كفاءتها فى القضاء على الميكروبات ويطلق على هذا المعامل Phenol coefficient وهى القوة القاتلة لمبيد ما ضد ميكروب مختبر بمقارنتها بالفينول تحت نفس الظروف • ومركبات الفينول قد تكون مواد موقفة للنمو وذلك حسب التركيز المستخدم ، وتركيز ٢ : ٥ ٪ يمكن استخدامه فى التخلص من الميكروبات الملوثة للأدوات المعدنية وفى تنظيف أسطح بنشات المعامل وحجرات التلقيح والجراثيم والفيروسات مقاومة لفعل الفينول •

٢ ــ الكحولات : Alcohols

يستخدم كحول الايثايل كمطهر سطحى للجلد وكلما زاد التركيز من ٦٠ : ٩٥ فان معدل قتل الميكروبات يرتفع أما عن تأثيره على الجراثيم فقد أمكن حفظ جراثيم B.anthracis فى الكحول

لمدة ٢٠ سنة وجراثيم **B. subtilis** فى الكحول لمدة ٩ سنوات ومن المعروف أن الكحولات تحدث تجبن أو تجمع للبروتينات وربما يكون ذلك هو تأثيرها الضار على الميكروبات •

٣ ـ اليود : Iodine

يستخدم محلول اليود فى الكحول أو فى محلول مائى من يوديد البوتاسيوم لعلاج التلوثات السطحية الناتجة من الجروح أو الخدوش فى جسم الانسان أو الحيوان ، كما يستخدم كمبيد للمياه ٥ : ١٠ جزء فى المليون وقد يرجع الفعل الابادى لارتباط اليود ببعض البروتينات بالخلية مما يؤدى الى تخريب فى المواد الحية بالخلية •

٤ ـ الكلور ومركباته : Chlorine

الكلور الموجود على صورة غازية يعتبر من أهم المطهرات الكيماوية ويستعمل الغاز المضغوط فى تعقيم المياه • كما تستخدم مركبات الكلور مثل هيبو كلوريت الكالسيوم (الجير الحى المعامل بالكلور) ويستعمل فى التطهيرات المنزلية وتعقيم الأجهزة والأدوات المختلفة فى الصناعة • كما يستعمل كمحلول لازالة الألوان •

٥ ـ المعادن الثقيلة ومركباتها :•
Heavy metals and their compounds

معظم المعادن الثقيلة أو مركباتها تكون ذات تأثير سام على الكائنات الحية الدقيقة وأكثرها تأثيرا هى الزئبق والفضة والنحاس ويرجع فعل المعادن لايقاف النمو الى ارتباط هذه الأيونات

البروتينات الخلوية وبذلك أمكن استخدام المعادن فى أغراض التعقيم والتطهير المختلفة وتجهيز الأربطة والدهانات .

٦ ـ الصبغات : Dyes

يوقف الكريستال البنفسجي نمو معظم البكتريا الموجبة لجرام وفى نفس الوقت لاتتأثر البكتريا السالبة . أما صبغة الأخضر الزاهى Brilliant green وأخضر الملاكيت Malachite green فهى مواد مبيدة متخصصة تمنع نمو الموجبة دون السالبة .

وهذه الصبغات تستخدم فى علاج الاصابات الجلدية الناتجة عن البكتريا الموجبة لجرام . وتأثير هذه الصبغات لارتباطها مع المجاميع الفعالة للبروتين الخلوى .

٧ ـ الصابون والمركبات الخافضة للتوتر السطحى :

وهى مطهرات ذات قوة متوسطة وذات قدرة اختيارية مثل الصبغات فى التأثير على البكتريا فمثلا Streptococci تعتبر أكثر حساسية لفعل الصابون عن Staphylococci وأهمية الصابون تقع فى : ١ ـ الازالة الميكانيكية للميكروبات عن السطوح التى تغسل بها مثل الأيدى والملابس والأدوات وغيرها .

٢ ـ كما أنها تقلل من التوتر السطحى للماء وبالتالى يكون ذات قدرة تخلخل أو تغلغل فى الأشياء المغسولة .

٣ ـ قدرة الصابون على استحلاب وانتشار الزيوت والمواد الملوثة الأخرى .

٤ ـ اضافة الفينول للصابون عند الصناعة تزيد قدرته التعقيمية .

٨ ـ مركبات الأمونيوم الرباعية :

والتأثير المبيد لمركبات الأمونيوم الرباعية يكون ذات تأثير مبيد على البكتريا الموجبة لصبغة جرام والتأثير المبيد لهذه المركبات يتدرج من تركيزات تتراوح من ١ جزء فى الألف الى جزء فى الـ ١٠٠ ألف • ومركبات الأمونيوم الرباعية مبيدة للفطريات ، ولكن الفيروس لايزال مقاوما عن كل من البكتريا والفطر لهذه المركبات وتمتاز هذه المركبات بسميتها البسيطة وقابليتها للذوبان وثباتها الكيماوى • وتستخدم بكثرة كمطهر للجلد وكمادة تعقيمية للأجهزة والمعدات فى المصانع •

والفعل المبيد لهذه المركبات يرجع الى اتحادها مع البروتين الخلوى مؤدية الى ايقاف النشاط الانزيمى للخلية ونتيجة لذلك فهى تفسد الغشاء السيتوبلازمى مؤدية الى خروج محتويات الخلية •

٩ ـ فوق أكسيد الأيدروجين Hydrogen peroxide

حيث يتحلل الى ماء وأكسيجين ذرى نشط قادر على ايقاف نمو البكتريا وهناك محاولات لاستخدامه كبديل للبسترة فى اللبن الخام • ولقد ثبت تأثيره على بكتريا الحمى الفحمية (جراثيمها) وابادتها خلال ساعة واحدة •

١٠ الفورمالدهيد : Formaldehyde

يباع الفورمالدهيد فى الأسواق على هيئة محلول مائى تحت اسم الفورمالين والذى يحتوى على ٣٧ : ٤٠ ٪ فورمالدهيد ولدرجة

الرطوبة والحرارة تأثير كبير على تأثير الميكروبات بالفورمالدهيد فيجب أن تكون درجة الحرارة ٢٢ °م والرطوبة النسبية بين ٦٠ : ٨٠ ٪ وعيب الفورمالهيد أن ليس لأبخرته القدرة على التغلغل داخل الأسطح المغطاة • واستعمال الفورمالين سام وذات رائحة نفاذة وله تأثير كبير على قتل الفطريات خاصة وكذلك البكتريا والفيروسات •

١١ ـ المضادات الحيوية Antibiotics

المضادات الحيوية عبارة عن مواد كيماوية عضوية تنتج من تفاعلات أيضية لبعض الأحياء الدقيقة والتى تكون مبيدة أو موقفة للنمو والنشاط للميكروب المنتج لها أو غيرها من الكائنات الحية الدقيقة •

ومراكز تأثير المضاد الحيوى على أجزاء الخلية يختلف باختلاف نوع المضاد الحيوى المستخدم ، فمنها ما هو ذات تأثير على الجدار الخلوى والآخر على الغشاء السيتوبلازمى ومنها ما يؤثر على سيتوبلازم الخلية ومنها ما يؤثر على الأحماض النووية ... الخ • ويمكن تقسيم المضادات الحيوية الى ثلاثة أقسام تبعا لافرازها بواسطة الميكروبات المختلفة :

أ ـ مضادات حيوية تفرز بواسطة البكتريا :

١ ـ Polymyxin يفرزها Bacillus polymyxa

٢ ـ Subtilin يفرزها Bacillus subtilis

فالأولى مبيدة للبكتريا السالبة والموجبة مقاومة لها والثانية

تؤثر علـى الموجبـة لجـرام والمقـاومـة للأحمـاض ٠

ب ـ مضـادات حيـوية تنتـج بواسـطة الأكتينـوميسـيتات :

١ ـ Streptomycin ويفـرزه *Streptomyces griseus*

وتؤثـر علـى عمليـات التنفـس بالخليـة وتأثيرهـا علـى الموجبـة والسـالبة ٠

٢ ـ Chloramphenicol وتفـرزه *Streptomyces venzuelae*

ويؤثـر علـى مـراكـز بنـاء البـروتـين ٠

جـ ـ مضـادات حيـويـة تنتـج بواسـطة الفطـريـات :

ـ Penicillium ويفـرزه فطـر Penicillium notatum

ويؤثـر علـى تركيـب الجـدار البكـتيرى فـى الموجبـة لجـرام ٠

التضاد
Antagonism

تتنافس الكائنات الحية الدقيقة (البكتريا والفطر وغيرها) فيما بينها على الغذاء نظرا لخلوها من مادة الكلوروفيل وعدم قدرتها على تجهيز الغذاء لنفسها . ولذلك يحاول كل منها أن يستأثر بالغذاء لنفسه أما بأن يغير ظروف البيئة بحيث لاتناسب نمو غيره من هذه الكائنات ، مثلا بأن يغير درجة الحموضة أو بأن يفرز مواد مضادة لهذه توقف نموها أو تقتلها وتسمى هذه الافرازات المضادات الحيوية Antibiotics .

وعندما يوقف كائن حي دقيق نمو كائن حي آخر تسمى هذه الحالة بظاهرة التضاد Antagonism وليس معنى ذلك أن مثل هذا الكائن الحي الدقيق مضاد لكل الكائنات الأخرى ولكنه يكون مضاد لهذا الكائن المعين فقط .

وكثيرا ما تلاحظ ظاهرة التضاد هذه عند انماء البكتريا والفطر في أطباق بترى . وعند انماء كائنين دقيقين مختلفين في النوع في أحد أطباق بترى فاننا نلاحظ واحدمن الحالات الآتية :

(١) أن ينمو كل كائن منهما نموا عاديا حتى تتقابل حواف النمو فيقف نموها عند منطقة التقابل ولكن يظل النمو في الأماكن البعيدة عنه .

(٢) قد يطغى نمو أحدهما على نمو الكائن الآخر ويملأ الطبق بسرعة مغطيا نمو الكائن الآخر .

(٣) يقف نمو كل منهما قبل أن تتصل حواف النمو وتظهر منطقة خالية من النمو فى الوسط بينهما .

(٤) يبقى أحدهما ناميا ويتلاشى الكائن الآخر .

والحالتين الأخيرتين تظهران بوضوح ظاهرة التضاد .

وقد تحدث ظاهرة التضاد هذه بين الأنواع المختلفة من البكتريا أو بين البكتريا والفطر أو بينهما وبين الاكتينوميسيتس . وتقسم المواد التى تفرز فى البيئة لوقف نمو الكائنات الحية الى :

(أ) مواد تفرزها البكتريا : ومثال ذلك مادة Subtilin التى يفرزها ميكروب B. subtilis .

(ب) مواد تفرزها الفطريات : ومن أمثلتها البنسلين من افراز الفطر Penicillium notatum وقد اكتشفه العلامة الكسندر فلمنج وأمكن انتاجه تجاريا أثناء الحرب العالمية الثانية . وهو يقتل الميكروبات الموجبة لصبغة جرام ولا يؤثر فى ميكروب السل أو التيفود . وقد أدى اكتشافه الى توجيه الأنظار الى تحضير المضادات الحيوية مما عاد بالخير العظيم على الانسانية .

(جـ) مواد تفرزها الاكتينوميسيتس : ومن أمثلتها الستربتوميسين ويفرزه Streptomyces griseus والتراميسيين وغيرها . وهى تقتل الميكروبات المختلفة السالبة أو الموجبة لصبغة جرام ولو أن كل منهما تظهر تخصصا فى تأثيرها ضد أنواع معينة من الميكروبات . كما أن بعضها قاتل لأنواع الفيروس

وميكروب السل والزهرى وغيرهما .

ومن الأمثلة الظاهرة لتضاد أنواع البكتريا مع بعضها تضاد ميكروب Ps.aeruginosa ضد ميكروب Streptomyces griseus

هذا وليس من الضرورى أن يحدث تضاد عند نمو كائنين معا بل قد يتكامل عمل الكائنين معا (synergism) ومن أمثلة ذلك أن الميكروب Bacillus denitrificans وميكروب Escherichia coli بنموهما معا ينتجان النتروجين من أزوتات الصوديوم حيث أن أحدهما لايمكنه القيام بهذا العمل وحدة فيختزل الميكروب الأول الأزوتات الى أزوتيت والميكروب الثانى يختزلها الى أزوت مطلق علما بأنه لايمكنه اختزال الأزوتات .

أزوتات ← B. denitrificans ← أزوتيت
أزوتيت ← E. coli ← أزوت

وفى أحوال أخرى قد ينتج أحد الميكروبين مواد تشجع نمو الميكروب الآخر مثل بعض الفيتامينات وغيرها .

الفصل الثامن

قتل الأحياء الدقيقة ووقف نموها ونشاطها

عند دراسة العوامل التى تستخدم لقتل الكائنات الدقيقة أو لوقف نشاطها ، يجب أن نميز أولا بين عمليات التطهير Antisepsis والابادة Disinfection والتعقيم Sterilization

وبوجه عام يطلق لفظ المطهر على العامل الذى يوقف نمو الكائنات الدقيقة ويحد من نشاطها دون أن يقتلها ، مثل درجات الحرارة المنخفضة وبعض الكيماويات • أما العامل الذى يسبب قتل هذه الكائنات فيعرف بالمبيد الميكروبى ، ومثال ذلك درجات الحرارة المرتفعة أو بعض المواد الكيماوية المعينة مثل كلوريد الزئبق • أما التعقيم فيؤدى الى القضاء على الحياة فى أى مادة ، ويتم ذلك باستعمال الوسائل الطبيعية أو باستخدام المواد الكيماوية •

هذا ويجب أن تتوفر الخواص التالية فى المواد المبيدية :

١ ــ أن تكون ذات قوة قاتلة كبيرة •

٢ ــ أن تكون ثابتة التركيب •

٣ ــ أن تكون متجانسة •

٤ ــ أن تكون قابلة للذوبان عادة بالنسب المطلوبة •

٥ ــ أن تكون ذات مقدرة على اختراق الأنسجة الحية •

٦ ــ أن تكون غير سامة للحيوان •

٧ ــ أن يكون سعرها مناسب •

وعند استخدام عمليات التطهير أو التعقيم أو الابادة ، يجب الاهتمام بدراسة العوامل العديدة التى قد تؤثر فى النتائج المتحصل عليها ، وتتلخص هذه العوامل فى الآتى :

١ ـ شدة العامل أو درجة تركيزه :

تحتاج عمليات التعقيم أو الابادة عادة الى وقت طويل اذا كانت شدة العامل المستخدم أو درجة تركيزه منخفضة ، بينما تتم العملية فى وقت قصير بزيادة شدة العامل أو ارتفاع درجة تركيزه • هذا وقد يصبح العامل المستخدم مطهرا فقط ، أو يصبح عديم الأثر تماما اذا انخفضت درجة تركيزه كثيرا • بل وقد يظهر للتركيزات المنخفضة جدا من الكيماويات المطهرة أو المبيدة تأثير منشط على نمو الميكروبات •

٢ ـ عدد الكائنات الدقيقة :

يحتاج وقف نشاط الأعداد الكبيرة من الكائنات الدقيقة أو قتلها ، الى زيادة شدة العامل المستخدم أو زيادة درجة تركيزه ، وذلك حتى لاتزداد الفرصة لظهور أنواع جديدة مقاومة •

٣ ـ أنواع الكائنات الدقيقة :

تموت بعض الكائنات الدقيقة أو يقف نشاطها بسهولة ، بينما يقاوم البعض الآخر مقاومة نسبية • وبوجه عام فان الجراثيم البكتيرية والأنواع المتجرثمة • تكون أكثر مقاومة من الخلايا الخضرية والأنواع غير المتجرثمة •

٤ ـ عمر الكائنات الدقيقة :

عادة ما يسهل ابادة الخلايا الحديثة النشطة عن قتل مثيلاتها البالغة تامة النمو ، وهذه أيضا تكون أكثر مقاومة من الخلايا الضعيفة المتقدمة فى السن ، أما الجراثيم البكتيرية فهى أكثر الكائنات الدقيقة مقاومة لوسائل الابادة .

٥ ـ ظروف نمو الكائنات الدقيقة :

تكتسب الكائنات الدقيقة أقصى درجات المقاومة للعوامل المميتة أو المانعة للنمو ، وذلك عند تنميتها تحت الظروف المثلى لنموها . وقد يؤدى تغيير تلك الظروف الى زيادة أو انقاص مقاومتها لأنواع معينة من المبيدات أو المطهرات . والرطوبة عامل هام فى زيادة تأثير العوامل التى تفتك الميكروبات أو تحد من نشاطها . ومثال ذلك أن قتل الميكروبات بالحرارة يكون أسهل فى وجود الرطوبة عنه فى غيابها .

الأحياء الدقيقة بخلاف البكتريا

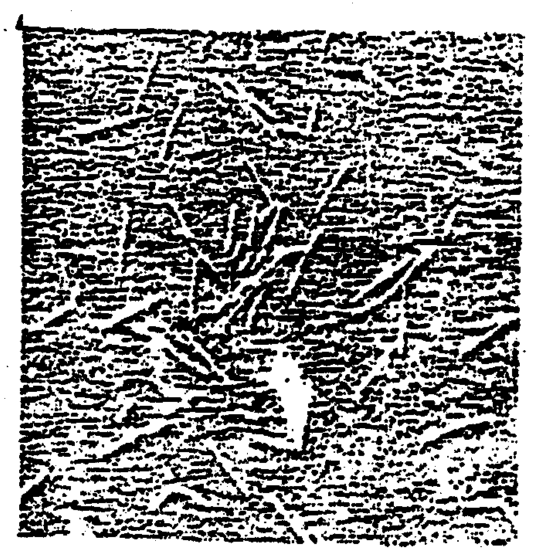
الفيروس
Vrius

تعريف الفيروس :

الفيروسات طفيليات اجبارية متخصصة ، تتكاثر أو تزداد فى التركيز فى أنسجة حية • معينة فقط ، ولم يتوصل حتى الآن الى زراعتها أو زيادة تركيزها على المنابت الصناعية •

وصف الفيروس :

معظم الفيروسات كروى أو عصوى الشكل ، ولبعض الأشكال الكروية ذيول غريبة • كما أن بعضها يظهر فى أشكال متبلورة • وأغلب الأنواع المعروفة من الفيروس فوق ميكروسكوبية يتراوح قطرها ما بين ١٠ر٠ ــ ٣ر٠ ميكرون (شكل رقم ٣) •



(شكل رقم ٣)

صورة بالميكروسكوب الالكترونى لفيروس موزيك الدخان

تركيب الفيروس :

يوجد فى الوقت الحاضر اختلافا كبيرا حول تركيب الفيروس ، الا أنه توجد نظريتين أساسيتين لتوضيح ذلك :

النظرية الأولى : وتظهر أن الفيروسات عبارة عن خلايا حية متطفلة اجبارا ، وأنها أصغر بكثير من البكتيريا • وتعتمد هذه النظرية على أن الفيروسات تستجيب مثل الخلايا الحية لكثير من العوامل الطبيعية والكيماوية المضادة لها • فمثلا تقتل الفيروسات أو يوقف نشاطها بتأثير الحرارة والاشعة فوق البنفسجية والكثير من المطهرات•

وعلاوة على ذلك فان الفيروسات تتكاثر وهذا من خصائص الكائنات الحية • فمثلا اذا لقح حيوان سليم مثل الخنزير بملليمتر واحد من السيرم المحتوى على فيروس كوليرا الخنزير ، فان دم الخنزير يزداد فيه تركيز الفيروس عند بلوغ المرض ذروته • كما أن الصور المأخوذة بالميكروسكوب الالكترونى أظهرت أن كثيرا من الفيروسات تشبه الى حد كبير البكتيريا الصغيرة •

النظرية الثانية : وتقوم على أساس أن الفيروسات بروتينات نووية تسبب عند ملامستها خلايا سليمة مرض هذه الخلايا • كما ينتج عنها أيضا زيادة فى البروتين النووى مماثل لبروتين الفيروس الأصلى • وقد أمكن الحصول على بروتين نقى ذو وزن جزئيى عال يتراوح ما بين ٠٠٠ر٠٠٠ر١٧ ، ٠٠٠ر٠٠٠ر٥٠٠ من العصير للترشح الناتج من أوراق التبغ المصابة بمرض الموزيك وقد أدى اذابة هذا البروتين النقى فى ماء معقم ثم ترشيح المحلول ورشه على أوراق نبات الدخان السليمة

القابلة للاصابة الى مرضها بموزيك الدخان • كما أمكن الحصول على بلورات نقية من نفس البروتين من المترشح المأخوذ من الأوراق المصابة • أى أن الفيروسات تنمو ظاهريا وتتكاثر بالرغم من أنها مادة الحياة ليس لها تركيب خلوى •

وتحتوى جزئيات الفيروس اما على DNA أو RNA ولكن لا يتواجد النوعان من الأحماض النووية فى جزىء الفيروس الواحد كما هو الحال فى خلايا الكائنات الحية الأخرى • وعادة ما يتواجد RNA فى الفيروسات النباتية و DNA فى الفيروسات البكتيرية • أما الفيروسات الحيوانية فقد تحتوى على RNA أو DNA •

اثبات وجود الفيروس :

من الممكن اثبات وجود هذه الكائنات فوق الميكروسكوبية والتى يمكنها المرور بسهولة خلال المرشحات البكتيرية • فمثلا يمكن اثبات وجود الفيروس شلل الأطفال فى مجرى الدم ، وذلك بأخذ كمية قليلة من دم الحيوان تحت الظروف المعقمة ثم ترك الدم ليتخلط ثم تمرير السائل المنفصل (السيرم) خلال مرشح معقم (لفصل البكتيريا) ، ثم حقن كمية قليلة من السائل المعقم فى دم حيوان سليم • واصابة الحيوان بمرض الكوليرا يدل دلالة قاطعة على وجود مسبب غير بكتيرى هو فيروس الكوليرا ، خاصة وأن اختبار هذا السائل بطريقة أو أكثر يدل على خلوه من البكتيريا •

فيروس البكتيريا Bacteriophage :

لفيروس البكتيريا (البكتريوفاج أو لاقمات البكتيريا) نفس المميزات

العامة للفيروسات الأخرى • ولكنها بدلا من أن تسبب المرض فى الانسان والحيوان والنبات تصيب البكتيريا وتؤدى الى تحلل الخلايا الحديثة النشطة النمو •

وينتشر البكتريوفاج فى المنابت البكتيرية القديمة وفى مياه المجارى والبراز وفى الأماكن التى تنمو فيها البكتيريا أو حيث كانت تنمو من قبل • وقد يسبب البكتريوفاج متاعب كثيرة فى الصناعات التى تعتمد على مزارع نقية من البكتيريا مثل صناعة الألبان وصناعة التخمير وخلافه •

هذا ويمكن اثبات وجود البكتريوفاج باستخدام المزارع البكتيرية السائلة أو نصف الصلبة •

وفى الطريقة الأولى : يضاف مثلا قليل من مياه المجارى غير المعاملة الى مزرعة بويون تحتوى على بكتيريا E. cloi ، ثم ترشح المزرعة ــ بعد تحضينها لمدة ١٢ ساعة ــ فى أحد المرشحات البكتيرية المعقمة لحجز البكتيريا ، ثم يضاف قليل من الراشح الى مزرعة بويون تحتوى على بكتيريا E. cloi فتصبح بعد فترة من الزمن رائقة بسبب نمو البكتريوفاج وتحليله للخلايا الميكروبية •

وفى الطريقة الثانية : يخلط الراشح الخالى من البكتيريا ببيئة الآجار المغذى ، ثم تصب البيئة فى أطباق بترى معقمة وتحضن • تلاحظ تكوين المستعمرات البكتيرية فى حالة عدم وجود البكتريوفاج ، وتكوين ثقوب أو مساحات رائعة Plaques فى حالة وجود البكتريوفاج نتيجة لنموه ومهاجمته البكتيريا ومنع تكوين المستعمرات•

الفطريات
Fungi

الفطريات هى كائنات حية عديدة الخلايا تحتاج الى الأوكسيجين لنموها وتكون كتلة من النموات الخيطية المتفرعة والتى تسمى هيفات والتى تتداخل مع بعضها مكونة الميسليوم وفى كثير من الحالات يقسم الميسليوم الى جزئين وهى الهيفات الخضرية وهى تكون غالبا مدفونة ولو جزئيا فى المادة الغذائية التى ينمو عليها الفطر حيث أن عملها هو الحصول على الغذاء ، أما الهيفات الأخرى فهى هيفات تكاثر وعادة تكون منتصبة فى الهواء ٠

انتشار الفطريات :

الفطريات سريعة وسهلة الانتشار حيث أن الكثير منها ينتج عددا ضخما من الجراثيم خفيفة الوزن مما يسهل حملها من مكان الى آخر بواسطة تيار الهواء ٠ والفطريات أهم العوامل التى تسبب أمراض النباتات والكثير من أمراض الانسان والحيوان وهى كذلك مسئولة عن تلف وفساد الكثير من المواد الغذائية ٠ وبالرغم من ذلك فهى قد تكون ذات فائدة عظيمة فى تحلل الكثير من المواد العضوية المقاومة لفعل البكتريا كما تستخدم فى صناعة المضادات الحيوية (البنسلين) وفى الكثير من المنتجات اللبنية (الجبن الركفورت والكاممبرت) ٠

تركيب الفطريات :

يتركب الفطر من عديد من الخيوط المتفرعة تعرف بالميسليوم Mycelium وتنقسم الهيفات الى : -

أ ـ هيفات مقسمة Septate :

وفيها تقسم الهيفات بواسطة حوائط عرضية الى سلسلة من الخلايا المنفصلة تحتوى كل منها على نواة واحدة وأحيانا نواتين .

ب ـ هيفات غير مقسمة Non septate :

وفيها تكون الهيفات عبارة عن أنابيب متصلة تحتوى على عديد من النويات ليس بينها فواصل .

كما تتميز الهيفات الى هيفات خضرية Vegetative وأخرى خصبة Fertile والأولى ليس لها صلة مباشرة بعمليات التكاثر وتحصل بواسطتها الفطريات على الغذاء كما تساعد فى تثبيتها على الأسطح المختلفة . أما الثانية فهى مسئولة عن انتاج الجراثيم بأنواعها . والهيفات الخصبة عادة ما تكون هوائية بينما تكون الهيفات الخضرية مفروشة أو ممتدة فوق الأسطح التى ينمو عليها الميسليوم .

والميسليوم قد لا يرى بالعين المجردة وقد يزداد فى الحجم بانقسام الخلايا عند نهاية الهيفات ويصبح مرئيا . وعادة يكون الميسليوم غير ملون ، أما الجراثيم والأجزاء الثمرية فعادة ما تكون ملونة ويغلب فيها اللون الأسود والأخضر وأحيانا الأحمر والبنى .

وتشبه خلية الفطر خلايا النباتات الراقية ، فتحتوى على نواة صغيرة الحجم يصعب ملاحظتها ، وسيتوبلازم به عديد من المحتويات ومحاط بغشاء سيتوبلازمى .

ويكون السيتوبلازم متجانسا فى الخلايا الصغيرة ، وعند نضج الخلايا يظهر فيها المواد الكربوهيدراتية على صورة جليكوجين ، وتظهر فيها كرات من الدهون وحبيبات الفوليوتين .

تغذية الفطريات :

لاتستطيع الفطريات كما هو الحال فى الطحالب أن تبنى غذاءها بنفسها لغياب المادة الخضراء المعروفة بالكلوروفيل — بل تعتمد فى غذائها غالبا على المواد العضوية أو الحيوانية سواء كانت حية أو ميتة . والغالبية العظمى من الفطريات كائنات رمية Saprophytic تستعمل فى تغذيتها المواد العضوية غير الحية الا أنه توجد أنواع من الفطريات طفيلية Parasitic تسبب بعض الأمراض المعدية للانسان والحيوان والنبات .

وتتميز الفطريات الرمية بقدرتها على انتاج انزيمات مختلفة تمكنها من هضم وامتصاص الكثير من الأغذية العضوية المعقدة التركيب . كما أن لكثير من الفطريات القدرة ، عند تنميتها تحت ظروف غذائية مناسبة على انتاج مواد مضادة لغيرها من الكائنات الحية الدقيقة خصوصا البكتيريا ومثال ذلك البنسلين الذى ينتج بواسطة فطر *Penicillium notatum* .

تكاثر الفطريات :

تتكاثر الفطريات بواسطة تكوين الجراثيم Spore formation وتنقسم الجراثيم التى تكونها الفطريات الى :

(أ) جراثيم لاجنسية أو غير تزاوجية Asexuai spores

(ب) جراثيم جنسية أو تزاوجية Sexual spores

وتنتج فطريات الـ Basidomycetes والـ Ascomycetes والـ Phycomycetes جراثيم جنسية أما الفطريات الناقصة Fungi imperfecti فإنها تنتج فقط جراثيم لاجنسية فقط • هذا وتستخدم طريقة تكوين وتركيب الجراثيم الجنسية كوسيلة لتعريف وتقييم الفطريات الى بازيدية أو طحلبية أو زقية (أسكيْة) •

هذا وتوجد أربعة أنواع من الجراثيم اللاجنسية تتكاثر بها الفطريات :

(١) الجراثيم الكلاميدية Chlamydospores :

حيث تملأ خلية أو أكثر من خلايا الميسليوم بالمواد الغذائية المختزنة وتحاط بجدار كثيف نسبيا ، وتبقى لفترات طويلة تقاوم فيها نسبيا الجفاف والظروف غير الملائمة • وتنبت مكونة ميسليوم تحت الظروف المناسبة •

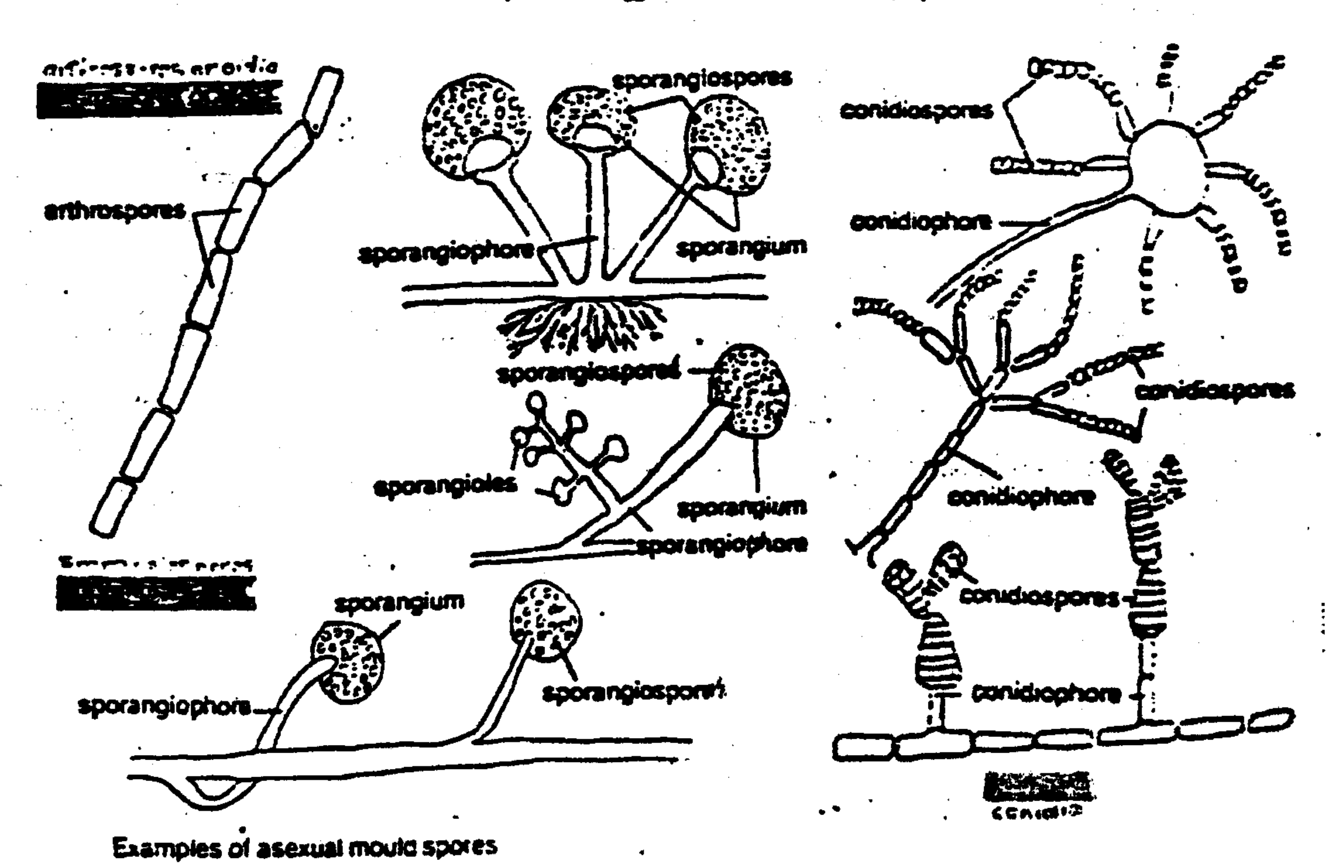
(٢) الجراثيم الأسبورنجية Sporangiospores :

وتكونها فطريات الـ Phycomycetes وهى فطريات طحلبية Algae-Like لها حوامل أسبورنجية تكون عندما ينمو الميسليوم على بيئة صلبة نسبيا هيفات هوائية تحمل فى أطرافها خلايا خاصة تتكاثر مكونة عددا كبيرا من الجراثيم الأسبورنجية التى تبقى داخل الأكياس الجرثومية • وأخيرا تتمزق وتتحرر الجراثيم نهائيا • والجراثيم الأسبورنجية عبارة عن خلايا ميكروسكوبية مقاومة للجفاف وهى عادة ملونة ولها جدار جاف خشن ويمكنها البقاء كامنة لمدد طويلة، ويعتبر فطر العفن الأسود (Rhizopus nigricans)

من أهم الفطريات التى تتكاثر بواسطة الجراثيم الأسبورنجية .

(٢) الكونيديات Conidia :

تتكون الكونيديات وهى عبارة عن جراثيم لاجنسية معراة فى طرف هيفات خصبة هوائية يطلق عليها الحوامل الكونيدية Conidispores وتتكون الكونيديات بأن تبرز خلية فى نهاية الحامل الكونيدى يتبعها بروز خلية أخرى تدفع الخلية الأولى أمامها وبتكرار هذه العملية تتكون سلسلة من الكونيديات أصغرها عند القاعدة . وقد تتبرعم الخلية الطرفية للحامل الكونيدى ومن هذا البرعم يتكون برعما آخر وهكذا حتى تتكون سلسلة من الكونيديات تبقى متصلة بالحامل الكونيدى حتى تبلغ ويزداد سمك جدارها الجرثومى . والكونيديات أجسام صغيرة جدا مقاومة للجفاف وتبقى كامنة لفترات طويلة بعدها تنبت مكونة ميسليوم جديد تحت الظروف المناسبة



Examples of asexual mould spores

(٤) الجراثيم المفصلية أو الأويديا Arthospores أو Oidia :

وتتكون بتجزئة أى جزء من الميسليوم حتى الهيفات الخضرية وعادة تتكون فى الفطريات مقسمة الهيفات • وتتميز الجراثيم المفصلية بخلاياها القصيرة وجدرها السميكة عن الخلايا الخضرية النشيطة •

أما الجراثيم الجنسية فتتضمن الأنواع الثلاثة التالية :

(١) الجراثيم البيضية Oospores :

تتكون نتيجة اتحاد جاميطة مذكرة صغيرة مع جاميطة مؤنثة كبيرة • ولها جدر سميكة مقاومة جدا للجفاف ويمكنها البقاء فى حالة كمون مددا طويلة •

(٢) الجراثيم الزيجية Zygospores :

وتتكون باتحاد خليتين متشابهتين تقريبا اما من نفس الميسليوم أو من نوعين مختلفين من الميسليوم ، وهى مثل الجراثيم البيضية محاطة بجدار خشن يقاوم الجفاف كما يمكنها أن تبقى كامنة فترات طويلة من الزمن • وكلا النوعين من الجراثيم يتكون فى الفطريات الطحلبية Phycomycetes

(٣) الجراثيم الأسكية Ascospores أو الزقية :

وتتكون فى فطريات الـ Ascomycetes وذلك باتحاد خليتين متشابهتين أو مختلفتين من الميسليوم حيث تندمج النواتين مباشرة أو بعد قليل من الوقت ، ثم تنقسم النواة الناتجة الى ١٦ نواة تحاط كل منها بطبقة كثيفة من السيتوبلازم وتغطى بجدار جرثومى ثم تحفظ الجراثيم بداخل كيس أوزق • وتحفظ مجموعة الأكياس أو الأزقاق داخل غلاف يسمى perithecium وبتحلله تنطلق الجراثيم الزقية المقاومة للجفاف وبانباتها تكون ميسليوما

الأهمية الاقتصادية للفطريات

تقوم الفطريات بدور هام فى احداث التغييرات البطيئة والمستمرة التى تحدث حولنا بسبب دوام وجودها وضخامة أعدادها المثيرة للدهشة ولم يعد الاهتمام بالفطريات الآن مقصورا على المشتغلين بعلم الفطريات دون غيرهم ، بل وجد المشتغلون بعلوم الخلية والوراثة والكيمياء الحيوية فى الفطريات أدوات بحث هامة تمكنهم من دراسة العمليات الحيوية الرئيسية وبصفة عامة يمكن تلخيص أهمية الفطريات فى النقاط التالية :

١ – يستخدم البعض منها فى تغذية الانسان ويقوم الطهاة بعمل شرائح سميكه عصيرية فائحة الأريج من الأجسام الثمرية لفطر أجاريكس كامبستريس بايسبورس Agaricus campestris bisporus أو عيش الغراب وتشمل هذه الأنواع تتبع رتبة : Agaricales ويطلق عليها " الفطريات ذوات الخياشيم " Gill Fungi ويجب ملاحظة أنه ليست جميع أنواع عيش الغراب صالحة للأكل حيث أن البعض منها سام جدا ويمكن القول بأنه ليس من السهل التفرقة بين النوع الذي يؤكل والنوع السام اذ يتطلب الأمر العرض على خبير بالتصنيف . وتباع تقاوى عيش الغراب الذى يستخدم فى الأكل على هيئة سماد عضوى يحتوى على ميسليوم وحوامل جرثومية لحمية . وقد يباع عيش الغراب بقصد التغذية على صورة طازجة أو جافة أو محفوظة فى علب .

٢ ـ البعض منها يستخدم فى انتاج بعض العقاقير مثل المضادات الحيوية Antibiotics لاسيما البنسلين وما شابهه من المضادات الحيوية ٠

٣ ـ يستعمل البعض منها فى انتاج الكثير من الأحماض العضوية والانزيمات وبعض الفيتامينات على النطاق التجارى ٠

٤ ـ تعتبر الأساس الذى تعتمد عليه عدة عمليات صناعية متضمنة للتخمرات ، كما فى صناعة الخبز والأنبذة والجعة وتخمير بذور الكاكاو وكذلك تحضير بعض أنواع الجبن مثل الجبن الركفورت والكاممبرت ٠

٥ ـ هناك بعض الفطريات مثل فطر عفن الخبز Neurospora والتى تستخدم كأداة تجريبية فى دراسات علوم الوراثة والخلية والكيمياء الحيوية ، وذلك نظرا لما تتسم به بعض الفطريات من سرعة يتم بها نموها وتناسلها حيث يمكن الحصول منها على أجيال عديدة فى وقت قصير (فى بضعة أيام) وكذلك سهولة الحصول على طفرات بواسطة تعريض الفطر للأشعة البنفسجية مثلا كما أن الفطريات تحتاج الى فراغ أقل والى امكانيات أقل كلفة مما تحتاج اليه غالبية النباتات والحيوانات الراقية لاستطاعتها النمو فى أنابيب الاختبار وبذلك يمكن دراستها وتتبع سلوكها الوراثى بدقة وسرعة وسهولة مما يسهم فى ارتقاء المعرفة ورفاهية الانسان ٠

٦ - تلعب الفطريات دورا هاما فى تحليل بقايا النباتات والحيوانات فى التربة رغم قلة أعدادها عن أعداد البكتريا بالتربة وعليه فانها تقوم بتحويل المخلفات العضوية من هيئتها المعقدة الى عناصر بسيطة تستطيع جذور النباتات امتصاصها وتصنيعها من جديد ولما كانت النباتات الخضراء تحتاج الى غاز ك أ$_2$ أثناء عملية التخليق الضوئى ، فان الغاز يتجدد فى الجو بوسائل مختلفة أهمها انحلال المخلفات العضوية النباتية والحيوانية بواسطة هذه الكائنات الحية الدقيقة ، وبذلك تثبت نسبة ك أ$_2$ فى الجو مع تعويض النقص فيه . ولولا وجود هذه الكائنات الحية الدقيقة بالتربة ، لتوقفت عجلة الحياة على الأرض وذلك أن كل شىء يموت لابد له أن يتحلل حتى لا تتكدس الأرض ببقايا الأحياء ، وحتى لا تتوقف جذور النباتات عن امتصاص عناصرها ، وقد تساعد الفطريات على تماسك حبيبات التربة بأن تعمل شبكة الميسليوم كروابط حول حبيباتها هذا علاوة على أنها تشارك فى حفظ التوازن الميكروبى بالتربة .

٧ - الكثير من الفطريات ضار بالنباتات اذ تسبب خسائر كثيرة للمحصولات بما تحدثه للنباتات من أمراض وما يعقب ذلك من رفع تكاليف الانتاج الزراعى بسبب عمليات الرش التعفير بالمطهرات الفطرية لوقاية وعلاج النباتات ، ومن أمثلة الأمراض الفطرية الخطيرة أمراض الاصداء التى تصيب محاصيل

الحبوب ومرض الندوة المتأخرة . Late blight الذى يصيب البطاطس وأمراض التفحم فى الغلال والذرة ، وأمراض الذبول التى تصيب البطيخ والطماطم ، وأمراض البياض فى العنب والمانجو وكذلك أمراض العفن التى تصيب المحاصيل فى المخزن أو الحقل أو أثناء عمليات الشحن وأيضا أمراض البصل والخضر والفاكهة .

٨ – كثير من الفطريات يعدى الحيوانات والانسان وتسبب لها أمراضا يطلق عليها فى مجموعها اسم الأمراض الفطرية Mycosis ومن أمثلة هذه الأمراض ال Ring Worm أو مرض التنيا والذى يتسبب عن الفطر Microsporium audouinl الذى يصيب فروة الرأس ويسبب سقوط الشعر فى بقع مستديرة وأمراض ال Aspergillosis وعموما فان معظم ما يسببه الفطر هو كثير من الأمراض الجلدية الخطيرة علاوة على أن هناك بعض الفطريات تسبب أمراضا أخرى هامة جدا كما هو الحال فى Blastomyces dermatidis الذى يصيب الجهاز التنفسى ويسبب أول الأمر أعراضا شبه أعراض البرد أو الانفلونزا ثم ينتهى الأمر الى تدهور حالة المريض فيحدث له سعال شديد وآلام فى الصدر وصداع وقد يحدث الفطر فجوات صغيرة فى الرئتين وهناك أيضا فطريات تصيب الغشاء المبطن للمخ بالالتهابات كما هو الحال فى الجنس ...... Rhodotorula والأمراض الفطرية أكثر انتشارا فى المناطق الحارة .

الخمائر
Yeasts

تعريف الخمائر :

الخمائر عبارة عن فطريات ميكروسكوبية وحيدة الخلية ، توجد كخلايا مفردة ولا تكون النسيج الدائم عديد الخلايا المتفرع المعروف بالميسليوم • ويتبع معظم الخمائر فطريات الـ Ascomycetes وقليل منها يتبع فطريات Basidomycetes .

انتشار الخمائر :

الخمائر واسعة الإنتشار فى الطبيعة ولكن بدرجة أقل من انتشار البكتريا وتفضل النمو فى الأغذية الحامضية المحتوية على سكر وفى منتجات الألبان خصوصا القشدة والألبان المتخمرة ، كذلك توجد الخمائر على سطوح الفواكه وتعيش فى عصيرها ، وأيضا توجد فى القنوات الهضمية لبعض الحشرات •

تركيب الخمائر :

الخمائر عبارة عن مجموعة كبيرة غير متجانسة من الكائنات الحية الدقيقة ، بحيث يصعب وصف الشكل الظاهرى لخلية خميرة نموذجية • وبوجه عام فإنها قد تكون كروية الشكل أو تشبه الليمونة أو السجق أو قد تكون أسطوانية ، وهى فى العادة أطول من خلية البكتريا بحوالى ٤ ــ ٢٠ مرة ، والشكل الظاهرى لخلية النوع الواحد ثابت تقريبا لدرجة أنه يستخدم فى تعريفها والتمييز

بين الأنواع المختلفة .

ولخلية الخميرة جدار خلوى يحيط بالخلية بانتظام ويكون رقيقا ومرنا نوعا ما عندما تكون الخلية صغيرة ولكنه يصبح أكثر صلابة وسمكا عندما تصل الخلية طور البلوغ ، ويتركب هذا الجدار الخلوى من مادة الكيتين Chitin أو من السليلوز Celluolose أو من مادة شبيهة بالسليلوز ، ولا يحاط بعلب أو مواد مخاطية . ويحيط البروتوبلازم الموجود داخل الجدار الخلوى غشاء سيتوبلازمى تتفاوت نفاذيته للمواد Differentially permeable

وسيتوبلازم الخلية ذو مظهر حبيبى خصوصا فى الخلايا البالغة . وتتكون الحبيبات من مواد مخزونة تشمل الفليوتين والدهن والجليكوجين وكذلك تظهر فى السيتوبلازم أجسام صغيرة غير معروف أهميتها تسمى بالميتوكندريا Mitochonderia التى تعطيه المظهر الحبيبى ويوجد داخل السيتوبلازم فجوة كبيرة يوجد عند أحد طرفيها جسم صغير يعتقد أنه النواة الا أن الكثير من الباحثين يؤكدأن الفجوة الموجودة هى فجوة النواة وأنها تحتوى على الكروموسومات التى تحمل الوحدات الوراثية أو الجينات genes وأن الجسم الكثيف الموجود عند أحد الأطراف ما هو الا جزء من النواة . وسواء كان أى الرأيين أصح فمن المؤكد أن خلية الخميرة تحتوى على نواة .

نمو الخمائر :

تكون الخمائر على المنابت الصلبة مستعمرات تشبه الى حد

كبير مستعمرات البكتريا ، أما في البيئات السائلة فتتميز الخمائر الى :

أ ــ خمائر غشائية : Film Forming yeast :

وهي تنمو على سطح السائل مكونة غشاء يبقى عادة حتى تكبر وتغوص في السائل عندما يثقل وزنه • وتقوم هذه الخمائر بأكسدة الأحماض العضوية والكحولات والسكريات •

ب ــ خمائر القمة : Top yeast :

وهي تتجمع في كتل تطفو فوق سطح السائل بواسطة الغاز المتكون المحصور فيها •

جـ ــ خمائر قاعية : Bottum yeast :

وهي التي تبقى خلايا منفصلة تماما عن بعضها ثم ترسب وتستقر في قاع السائل المتخمر • وتقوم خمائر القمة والخمائر القاعية بتخمير المواد السكرية منتجة ثاني أكسيد الكربون والكحول •

تكاثر الخمائر

تتكاثر الخمائر خضريا أو لاجنسيا بالتبرعم ، ولكن قليل منها يتكاثر بالانقسام الثنائي البسيط • وهناك مجموعة من الخمائر تتبع الفطريات الزقية Ascomycetes تتكاثر جنسيا بتكوين الجراثيم الجنسية •

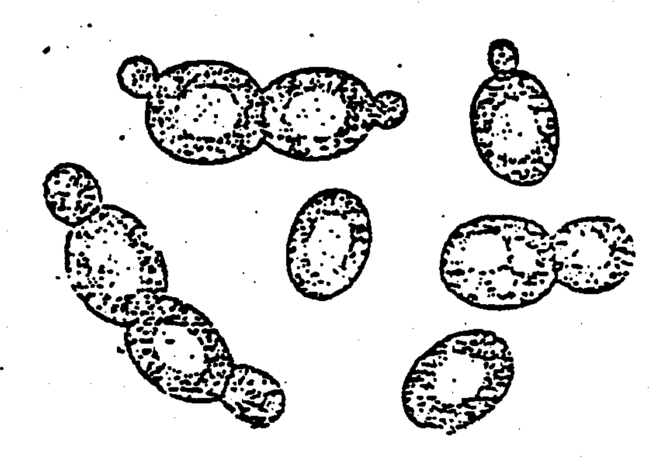
التكاثر الخضرى :

(١) التبرعم : وهو الطريقة الأكثر شيوعا لتكاثر الخمائر خضريا ، وفيه يتكون نتوء فى الخلية يتدفق فيه جزء من البروتوبلازم • ثم لا يلبث أن ينمو البرعم المتكون ويصبح مماثلا للخلية الأصلية فى شكلها وحجمها • كما تنقسم النواة وتهاجر احدى النويات ومعها بعض البروتوبلازم الى البرعم •

وعادة ما ينفصل البرعم من خلية الأم Mother Cell عندما يصل طور البلوغ • كما قد تتبرعم الخلايا النشطة فى أماكن مختلفة كما أن ذريتها من البراعم تبدأ بدورها فى التبرعم قبل أن تنفصل من أمهاتها فتبدو الخلايا لفترة بسيطة قبل أن تنفصل ذات تركيب ميسليومى بسيط •

(٢) الانقسام الثنائي البسيط : يحدث فى أفراد قليلة من الخمائر وتشبه عملية الانقسام فى أوجه كثيرة ما يحدث فى البكتريا حيث تستطيل خلية الخميرة ، ثم تنقسم النواة الى نواتين يذهب كل منهما الى طرف الخلية ، ثم يتكون جدار عرضى يقسم الخلية

الى خليتين بكل منهما نواة وسيتوبلازم وتكون محاطة بجدار خلوى ·



تكاثر خلايا الخميرة بالتبرعم

(٣) التجرثم : ويحدث فى المزارع القديمة لبعض الخمائر ، وفيه تمتلىء خلية الخميرة بالمواد الحبيبية · ويسمك جدارها ثم تذهب فى طور من السكون الظاهرى مكونة ما يسمى بالجراثيم الكلاميدية · وهى أكثر مقاومة للجفاف من الخلايا الخضرية ، وتنبت تحت الظروف البيئية المناسبة مكونة خلايا خضرية جديدة · وتعتبر هذه العملية وسيلة لحفظ النوع (توالد بدون تكاثر) حيث تنتج كل جرثومة خلية خضرية واحدة ·

التكاثر الجنسى :

وذلك بواسطة تكوين الجراثيم الزقية وتنقسم الخمائر المكونة للجراثيم الزقية الى :

(١) خمائر خلاياها الخضرية أحادية الكروموسومات Haploid

(٢) خمائر خلاياها الخضرية ثنائية الكروموسومات Diploid

وتحتوى الخلايا الخضرية أحادية الكروموسومات على نصف عدد الكروموسومات التى توجد فى الجراثيم الجنسية Sexual spores وتتكون الأخيرة (جراثيم ثنائية الكروموسومات) عقب تزاوج خليتيان خضريتين ، وتبقى داخل كيس أو زق Ascus ، حيث تنقسم عند الانبات لتكون خلايا خضرية أحادية الكروموسومات . ومثل هذا النوع من التكاثر الجنسى يحدث فى خمائر Schizosaccharomyces , Zygosaccharomyces .

أما خلايا الخميرة ثنائية الكروموسومات فينشأ بها نتيجة الانقسام النووى نويات يحمل كل منها نصف عدد الكروموسومات الأصلية حيث تبقى محاطة بجدار (مكونة جراثيم) داخل خلية الأم (الزق) . ثم تتزاوج هذه الجراثيم اما داخل الزق أو عند ما ينفجر الزق وتخرج مكونة خلايا خضرية ثنائية الكروموسومات كما هو الحال فى خمائر Saccharomyces .

وعلى ذلك يعتبر تكوين الجراثيم الجنسية فى الخمائر وسيلة من وسائل التكاثر بعكس تكوين الجراثيم اللاجنسية الذى يعتبر وسيلة لبقاء النوع .

الفصل السادس

التحول الغذائي فى الأحياء الدقيقة

تحتاج الكائنات الحية الدقيقة لنموها ومعيشتها الى مصادر مناسبة من كل من الكربون والأزوت والمواد المعدنية ، والى الطاقة • من هذه المصادر تبنى أجسامها وتعرف هذه العملية بعملية البناء Anabolism تميزا لها من عملية الهدم Katabolism التى يحصل بها الكائن الدقيق على المجهود أو الطاقة اللازمة له ، وذلك عن طريق أكسدة المواد الغذائية •

هذا وتستطيع بعض أنواع البكتيريا القيام بعملية التمثيل الضوئى ، وتشبه فى ذلك النباتات الراقية والطحالب ، حيث تقوم ببناء المركبات العضوية مستغلة فى ذلك الطاقة التى تحصل عليها من ضوء الشمس كمصدر للطاقة ، وتحصل عليها عن طريق غذائها •

ويعتبر الكربون والايدروجين والاكسوجين والنتروجين والكبريت من العناصر الأساسية المكونة للبروتين والتى لا يتم النمو الا فى وجودها ، كما يعتبر الفوسفور والحديد والمغنسيوم والبوتاسيوم من العناصر التى تحتاج اليها الأحياء الدقيقة بكميات قليلة ، وذلك بالاضافة الى كميات بسيطة جدا من الزنك والموليبديم والنحاس والمنجنيز حيث أن وجودها ضرورى لنشاط بعض الانزيمات •

وعلاوة على ذلك تحتاج الأحياء الدقيقة الى كميات متناهية

الصغر من مواد اضافية معينة تعرف بالفيتامينات • وهذه المواد أساسية وضرورية لجميع الكائنات لأثرها على عمل الأنزيمات ومرافقاتها • وتتميز الكائنات بسيطة التغذية بقدرتها على بناء المواد اللازمة لنموها ، بينما لا تستطيع تلك التي تعيش على الغذاء المعقد القيام ببنائها ، ولذلك يجب اضافتها الى بيئة تلك الميكروبات • ومن أمثلة المواد الاضافية •

Riboflavin, Thiamine, Biotine, Vit. B12, Folic acid, Nicolonic acid, Pantothenic acid.

ويمكن تقسيم البكتيريا تبعا لطريقة تغذيتها الى الثلاث أقسام التالية :

(١) أنواع اجبارية الترمم Obligate saprophyes

وتحصل على غذائها من المواد الميتة فقط •

(٢) أنواع اختيارية الترمم Facultative saprophytes

وتستمد غذائها من الأجسام الحية وهى قادرة أيضا على الحصول عليه من الأجسام الميتة تحت ظروف خاصة •

(٣) أنواع اختيارية التطفل Facultative parasites

وتستمد غذائها من الأجسام الميتة عادة ولكن يمكن أن تحصل عليه من الأجسام الحية تحت ظروف خاصة •

الأنزيمات

Enzymes

لا تستطيع الكائنات الدقيقة ـ كما هو الحال فى الأحياء الأولية أن تبتلع الطعام كما هو ، ولكن يلزم اجراء تغيرات معينة على المواد الغذائية قبل الاستفادة منها تقوم بها مجموعة من المواد العضوية تعرف بالأنزيمات •

تعريف الأنزيمات :

تعرف الأنزيمات بأنها مواد بروتينية معقدة تنتجها الخلايا الحية وتقوم بمهمة العامل المساعد فى تنشيط تفاعلات كيماوية خاصة وذلك بدون أن تستهلك مثلها فى ذلك مثل العوامل المساعدة •

وتسمى الأنزيمات باضافة المقطع ase فى نهاية اسم المادة الأصلية التى يؤثر عليها الأنزيم ، فمثلا الأنزيم الذى يحلل السكروز Sucrose يسمى Sucrase والذى يحلل النشا Amylum يسمى Amylase والذى يحلل الدهون Lipids يسمى Lipase ... الخ •

تختلف الأنزيمات عن العوامل المساعدة غير العضوية ، بتخصصها فى انواع تفاعلات معينة ، بمعنى أن كل أنزيم يساعد أنواعا معينة من التفاعلات بالاضافة الى أنه يؤثر فى نوع واحد فقط من المواد • ومثال ذلك أن أنزيم Maltase يؤثر فقط فى سكر المولت وأنزيم Sucrase يحلل فقط السكروز •

تركيب الانزيمات :

الانزيمات عبارة عن مواد بروتينية لها ما للبروتينات من خواص كيماوية وطبيعية وتحتوى كثير من الانزيمات بخلاف البروتين على بعض المركبات الخاصة تعرف بالمرافقات الانزيمية Prosthetic group or Coenzymes وهى تنتمى غالبا الى مجموعة فيتامين ب مثل حامض النيكوتينيك والريبوفلافين .

الانزيم الكامل Haloenzyme يتكون من جزء بروتينى Apoenzyme + جزء غير بروتينى Coenzyme

والمرافقات الانزيمية حجمها صغير بالنسبة لحجم الانزيم ، وهى أقل تعرضا لتأثير الحرارة كما أنها تنتشر خلال الاغشية التى لا تسمح بمرور البروتين . وعلاوة على ذلك فهى غير متخصصة ، فيمكنها العمل مع الأجزاء البروتينية لانزيمات مختلفة والاشتراك فى عدد مختلف من التفاعلات .

طريقة عمل الانزيمات :

من خصائص الانزيمات أنها تنشط وتسرع التفاعلات بدون أن تستهلك أو تتغير فى تركيبها ، ويمكن لكمية صغيرة من الانزيم أن تحول كمية كبيرة من المادة الأصلية Substrate الى المادة الناتجة ، فمثلا جزىء واحد من أنزيم Maltase قادر على تحويل آلاف الأجزاء من سكر المولت .

ــ تتضح بعد الطريقة التى يعمل بها الانزيم فى تفاعل معين

والرأى الغالب أن هناك اتحاد مؤقت بين الأنزيم والمادة الكيماوية التى تدخل فى التفاعل ، لاتزيد مدته عادة على جزىء من الثانية ، وفى أثنائه يتم التفاعل الكيماوى ويتكون مركب جديد تكون بينه وبين الأنزيم قوة جذب بسيطة نسبيا وسرعان ما يتحرر الأنزيم ليتحد بجزىء آخر من المادة التى تتفق مع تخصصه

طريقة عمل الانزيمات

مادة التفاعل + الأنزيم ←—— معقد أنزيم مادة التفاعل .

معقد أنزيم مادة التفاعل ←—— نواتج التفاعل + الأنزيم .

العوامل المؤثرة فى نشاط الأنزيمات :

١ ـ درجة الحرارة :

يتأثر نشاط الأنزيمات (مواد بروتينية) الى درجة كبيرة بالحرارة ولكل أنزيم درجة حرارة مثلى Optimum temperature يكون عندها الانزيم فى أقصى نشاطه ، فى حين يقل نشاطه فى درجات الحرارة المنخفضة • أما فى درجات الحرارة التى تزيد عن الدرجة المثلى فان نشاط الأنزيم يقل بسرعة كبيرة بحيث يصبح نشاطه عند الدرجة القصوى Maximum temperature أقل كثيرا من مثيله عند الدرجة المثلى • كما أن الأنزيمات تفسد وتفقد نشاطها بسرعة كبيرة اذا ما سخنت عند درجات حرارة أعلى من الدرجة القصوى •

٢ ـ الحموضة :

لكل أنزيم من الأنزيمات مدى معين من الرقم الأيدروجينى يستطيع أن يمارس فيه نشاطه • ويكون بعض الأنزيمات أكثر نشاطا فى الوسط المتعادل ، فى حين يكون البعض الآخر نشطا فى الوسط الحامضى ، وتكون المجموعة الثالثة فى أوج نشاطها فى الوسط القلوى • ومثال ذلك أنزيم Pepsine الذى يفرز فى المعدة رقمه الأيدروجينى الأمثل ٢ ، بينما الرقم الأيدروجينى الأمثل لانزيم Trypsine الذى يفرز فى الأمعاء ٧ ـ ٨ • هذا ويقل نشاط الأنزيمات بزيادة الحموضة أو القلوية عن الدرجة المثلى الى حد يقف معها نشاطها •

٣ ـ مدة التفاعل :

يعتبر زمن أو مدة التفاعل من العوامل الهامة عند تقدير نشاط الأنزيمات وتحديد الظروف المثلى لها ـ ومثال ذلك أن درجة الحرارة المرتفعة نسبيا قد تكون هى الدرجة المثلى لنشاط أنزيم ما وذلك اذا ما سمح للتفاعل أن يستمر فترة قصيرة من الزمن ، ولكن تصبح درجة الحرارة المثلى لنفس الأنزيم أقل كثيرا عما سبق اذا تحول التفاعل مستمرا لفترة طويلة • حيث أن درجة الحرارة العالية قد تفسد أو تتلف الأنزيم بينما استمرارة فى العمل بمعدل بطئ يؤدى الى نشاطه لمدة أطول مما يتيح له التأثير على كميات أكبر من المواد •

٤ ـ وجود المعادن :

يتأثر نشاط الأنزيمات بوجود أيونات بعض المعادن مثل الفوسفات الحديد ، المغنسيوم ، الكالسيوم ، الزنك أو الموليبديم • وتؤدى التركيزات المثلى من هذه الايونات الى تنشيط عمل بعض الأنزيمات وقد تكون ضرورية لنشاط البعض الآخر ؛ حيث تدخل فى تركيب الـ Prothetic group فمثلا يوجد الحديد فى الجزء العضوى المعروف بالهيم Heme ويكون الـ Prothetic group للأنزيمات التنفسية المعروفة بالسيتوكروم Cytochrome الموجودة فى البكتريا الهوائية • هذا وتفقد الأنزيمات نشاطها اذا تعرضت لأملاح المعادن الثقيلة مثل كلوريد الزئبق وكبريتات النحاس •

أنواع الأنزيمات

تقسم الأنزيمات حسب تكوينها وموضع عملها الى قسمين

(أ) أنزيمات داخلية Endoenzymes

وهى تلك التى تعمل داخل الخلايا البكتيرية Intracellular enzymes ولا تفرز خارجها وعلى ذلك لا يمكن الحصول عليها فى محاليل نمو الكائنات الدقيقة • ويمكن الحصول عليها بهرس الخلايا الميكروبية الحية أو الميتة مع رمل ناعم ثم ترشيح العصير الناتج خلال المرشحات البكتيرية • وغالبا ما تختص هذه الأنزيمات بعمليات التنفس :

(ب) أنزيمات خارجية Exoenzymes

وهى تفرز خارج الخلايا الميكروبية وتنتشر فى البيئة ، وتختص جميعها بعمليات التحليل المائى ، فتقوم بتحويل المواد العضوية المعقدة التركيب الى مواد بسيطة ذائبة يسهل تخللها أغشية الخلايا الميكروبية • ويمكن الحصول على مثل هذه الأنزيمات بسهولة ، كما يمكن مشاهدة عملها عن طريق تنمية الميكروب فى البيئات المحتوية على مواد عضوية مثل الجلاتين والسليلوز والدهون •

كذلك تقسم الأنزيمات من حيث وجودها أو عدم وجودها فى الخلية الى : —

(أ) أنزيمات مكيفة Adaptive

وهى التى تنتج فى وجود المادة الأصلية التى تؤثر عليها • أى انها تتكون عند الحاجة اليها •

(ب) أنزيمات أصلية Constitutive

وهى التى تنتج دائما فى الخلية سواء فى وجود المادة الأصلية أو فى عدم وجودها .

كما تقسم الانزيمات من حيث طبيعة عملها الى قسمين رئيسيين :

أولا : أنزيمات التحليل المائى Hydrolytic enzymes

ومعظم تلك الأنزيمات خارجية ، وتفرزها الكائنات الدقيقة فى الوسط الذى تعيش فيه لتحويل المواد العضوية المعقدة التركيب الى مركبات بسيطة ذائبة تستطيع الانتشار عبر أغشية الخلايا الى داخلها . وعليه فان الكائنات الدقيقة متباينة التغذية تستطيع الانتفاع بالغذاء العضوى المعقد التركيب – والذى لايمكن انتشاره داخل الخلايا – اذا استطاعت تكوين أنزيم خارجى تكون مهمته تحليل هذا الغذاء الى مواد أكثر بساطة فى صورة ذائبة لها القدرة على الإنتقال داخل الخلايا بواسطة خاصية الانتشار Diffusion وبوجه عام اذا نمت أنواع مختلفة من الكائنات الدقيقة معا فى بيئة واحدة ، واستطاع نوع أو أكثر منها افراز الأنزيمات المحللة للأغذية المعقدة ، فقد تتمكن الكائنات الأخرى التى تعيش معها من امتصاص الأغذية المحللة بنفس السرعة التى تمتص بها الخلايا المنتجة لتلك الأنزيمات .

وتنقسم أنزيمات التحليل المائى الى المجموعات التالية :

١ – Carbohydrases

وهى أنزيمات شائعة الوجود فى معظم الكائنات الدقيقة ، وتقوم

بتحليل المواد الكربوايدراتية الى سكريات أحادية وأهمها :

أنزيم Cellulase ويقوم بتحليل السليلوز الى سلوبيوز .

وأنزيم Cellobiase ويحلل السلوبيوز الى جلوكوز .

وأنزيم Cytase الذى يحلل الهميسليلوز الى سكريات بسيطة .

وأنزيم Pectinase ويحلل البكتين الى سكريات بسيطة وحامض اليورونيك .

وأنزيم Invertase (sucrase) الذى يحلل السكروز الى جلوكوز وفركتوز .

وأنزيم Maltase الذى يحلل المالتوز الى جلوكوز .

٢ ـ Proteinases

وهى التى تحلل المواد البروتينية تحليلا مائيا ومنها :

Proteinases التى تقوم بتحليل البروتينات الى ببتيدات .

Peptidases وتحلل ببتيدات الى أحماض أمينية .

Deaminases وتحلل الأحماض الأمينية الى نوشادر وأحماض عضوية .

٣ ـ Lipases

وتقوم بتحليل المواد الدهنية تحليلا مائيا الى أحماض دهنية وجلسرين .

ثانيا : أنزيمات التنفس Respiratory Enzymes

تستغل الكائنات الدقيقة التى لا تقوم بعملية التمثيل الضوئى الجزء الأكبر من غذائها فى عملية التنفس للحصول على الطاقة Energy بينما تستعمل جزء بسيط جدا فى بناء أجسامها .

وتتطلب الكائنات الدقيقة الطاقة للعمليات الآتية :

١ ـ التكاثر والنمو   ٢ ـ تجديد الخلايا   ٣ ـ الحركة .

٤ ـ مقاومة التغيرات التى قد تحدث فى البيئة .

وأهم الانزيمات التى تقوم بأكسدة المواد البسيطة لتمكن الخلايا الميكروبية من الحصول على الطاقة هى :

١ ـ Dehydrogenases

وهى أنزيمات تقوم بنقل الايدروجين من مادة الى مادة أخرى قابلة للاختزال . والايدروجين الخارج من المادة يمكن أن يحمل على عدة عوامل وسيطة وذلك قبل أن تستقبله المادة المستقبلة . وتعرف المادة المأخوذ منها الايدروجين (المؤكسدة) بمانحة الايدروجين Hydrogen donator بينما تعرف المادة المختزلة بمستقبله الايدروجين Hydrogen acceptor . وتعمل هذه الانزيمات فى غياب أو وجود الأكسوجين .

٢ ـ Oxidases

وهى أنزيمات لابد لها من وجود الأكسوجين الذى تنشطه فيتفاعل مع المادة الأصلية وينتج ك أ٢ . ومثال ذلك الانزيم الذى يفرزه ميكروب Acitobacter ليؤكسد الكحول الى حامض خليك .

ك يد٣ ك يد٢ أ يد + أ٢ ← ك يد٣ ك أ أ يد + يد٢ أ + طاقة .

٣ ـ Catalase

وهو أنزيم تفرزه جميع البكتريا الهوائية ولا تفرزه البكتريا اللاهوائية ويقوم بتحليل فوق أوكسيد الايدروجين السام الناتج من عمليات الأكسدة

الحيوية الى ماء وأكسوجين ٠

٢ يدم٢أ٢ ⟵ ٢ يدم٢أ + أ٢ ٠

٤ـ Peroxidases

وهى أنزيمات واسعة الإنتشار فى الأنسجة النباتية ، وكذلك تفرزها البكتريا الهوائية ، وتقوم بأكسدة المواد فى وجود يدم٢أ٢ ، حيث لايمكن أن يحل الأكسوجين محل فوق أوكسيد الأيدروجين ٠

الطـاقـة
ENERGY

تعـرف الطـاقـة Energy بأنهـا القـدرة على انتـاج العمـل أو القـدرة علـى احـداث تغيـر فـى المـادة ، وهـى لازمـة لجميـع الكائنـات الحيـة من أجـل البقـاء ، وتظهـر الطـاقـة فـى صـور مختلفـة منها الحراريـة والاشـعاعيـة والكيمـاويـة والميكـانيكيـة ، وهـى لاتفنـى ولا تستحدث لكـن يمكـن تحـويل أى صـورة منهـا الـى الصـور الأخـرى ، والطـاقـة عنصـر ضـرورى لازم فـى النشـاط البنـائـى والحركـة كمـا أن جـزء منهـا يسـتغل فى حفـظ الخلايـا حيـة فـى صـورة طبيعيـة .

تقسيم الأحيـاء الدقيقـة علـى أسـاس مصـدر الطـاقـة

تقسـم الكـائنـات الحيـة الدقيقـة علـى أسـاس احتياجهـا الـى مصـدر الطـاقـة الـى :

أولا : الكـائنـات ذاتيـة التغـذية Autotrophic

وهـى تلـك التـى تسـتغـل ثـانى أوكسـيد الكربـون كمصـدر وحيد الكربون وهـذه تنقسـم الـى :

(١) كائنـات تقوم بعمليات التمثيل الضوئى Photosynthetic

وهـذه الكائنـات تحتـوى علـى مـادة الكلـوروفيـل أو الصبغـات الشـبيهة حيـث تسـتغل الطـاقـة الشمسـية فـى تمثيـل ثـانى أوكسـيد الكربـون الجـوى الـى المـواد العضـويـة المعقـدة التركيـب ومثـال ذلـك بكتريـا الكبريـت الخضـراء التـى تؤكسـد كبريتـور الأيـدروجـين الـى كبريـت وتختـزل فى نفـس

الوقت ثانى أوكسيد الكربون الى مركبات عضوية ٠

ك أ$_{2}$ + ٢ يد$_{2}$ كب ←الضوء— (ك يد$_{2}$ أ) + يد$_{2}$ أ + ٢ كب (يترسب خارج الخلية) ٠

وكذلك بكتيريا الكبريت الأرجوانية فتؤكسد كبريتور الأيدروجين الى حامض كبريتيك وتختزل ثانى أوكسيد الكربون ٠

٢ ك أ$_{2}$ + ٢ يد$_{2}$ أ ←الضوء— ٢ (ك يد$_{2}$ أ) + ٢ يد$_{2}$ كب أ$_{4}$ ٠

(ب) كائنات تقوم بعملية التمثيل الكيماوى Chemosynthetic

وهذه الكائنات لا تستطيع القيام بعملية التمثيل الضوئى ، وتحصل على طاقتها من نفس الغذاء الذى تستهلكه وذلك بأكسدة العناصر أو المركبات غير العضوية البسيطة مثل أكسدة الكبريت الى كبريتات وأكسدة أملاح النوشادر الى نيتريتات ثم الى نيترات وتحصل هذه المجموعة من الكائنات الدقيقة على الكربون اللازم لها من ثانى أوكسيد الكربون بينما تحصل على العناصر الأخرى التى تحتاج اليها من المركبات الغير عضوية ، ومثال ذلك أكسدة النوشادر الى أزوتيت بواسطة بكتيريا النيتروزوموناس ٠

(ن يد$_{4}$) ٢ ك أ$_{3}$ + ٣ أ$_{2}$ ←— ٢ يد ن أ$_{2}$ + ك أ$_{2}$ + ٣ يد$_{2}$ أ

وأكسدة كبريتور الأيدروجين الى كبريت ثم الى حامض كبريتيك بواسطة بكتيريا الكبريت الهوائية Beggiotoa, Thiobacillus

٢ يد$_{2}$ كب + أ$_{2}$ ←— ٢ كب + ٢ يد$_{2}$ أ

٢ كب + ٢ يد$_{2}$ أ + ٣ أ$_{2}$ ←— ٢ يد$_{2}$ كب أ$_{4}$ ٠

ثانيا : الكائنات متباينة التغذية : Heterotrophic organisms

وهي تلك تحصل على الكربون من الأغذية العضوية ، ولا تستطيع استعمال ثاني أوكسيد الكربون أو الكربونات كمصدر وحيد للطاقة، وبعض هذه الكائنات يستطيع مثل الكائنات ذاتية التغذية استعمال الغذاء البسيط ، فيما عدا مصدر الكربون الذي يتحتم أن يكون عضويا •

وتنقسم الكائنات الدقيقة متباينة التغذية الى :

أ ـ كائنات رمية Saprophytes

وهذه تستعمل المواد العضوية الميتة في تغذيتها مثل ميكروب الأزوتوباكتر الذي ينمو في التربة ويقوم بتثبيت أزوت الهواء الجوى •

ب ـ كائنات طفيلية Parasites

وهذه تحصل على غذائها من الأنسجة الحية للحيوانات أو النبات ، فهي ميكروبات مرضية وذلك مثل الفيروسات والركتسيا وميكروب Treponema pallidum المسبب لمرض الزهري •

تحليل المواد الغذائية بواسطة الأحياء الدقيقة

أولا : تحليل المواد الكربوهيدراتية :

تعتبر المواد الكربوهيدراتية مخازن غنية بالطاقة ، وبتحليلها تحصل الميكروبات على الطاقة اللازمة لها بالإضافة الى مواد البناء .

وبوجه عام فان أول خطوات استعمال السكريات المركبة Polysaccharides هو تحليلها مائيا بفعل استعمال مجموعة خاصة من الانزيمات الى سكريات آحادية Monosaccharides حيث لا يصحب ذلك الا قليلا من الطاقة ، ثم يعقب ذلك تحليل السكريات الأحادية لاطلاق الطاقة اللازمة لها .

ويختلف نواتج تحليل السكريات حسب نوع الميكروب وظروف التحليل فتختلف النواتج تحت الظروف الهوائية عنها في عدم وجود الأكسوجين ومثال ذلك ميكروب الخميرة الذى يخمر سكر الجلوكوز تحت الظروف اللاهوائية الى كحول وثانى أكسيد الكربون بينما تكون النواتج تحت الظروف الهوائية ثانى أكسيد كربون وماء

$$ك_{٦}يد_{١٢}أ_{٦} \xrightarrow{\text{ظروف لاهوائية}} ك_{٢}يد_{٥}أيد + ٢ كأ_{٢}$$

$$ك_{٦}يد_{١٢}أ_{٦} \xrightarrow{\text{ظروف هوائية}} ٦ يد_{٢}أ + ٦ كأ_{٢}$$

وتقوم بعض الفطريات بتحليل السكريات البسيطة مع تكوين أحماض الأكساليك والستريك :

$$ك_{٦}يد_{١٢}أ_{٦} + \frac{١}{٢}٤ أ_{٢} \longrightarrow ٣ (كأأيد)_{٢} + يد_{٢}أ$$

وتحت الظروف الهوائية تقوم البكتريا بتحليل السكريات الى حامض بيروفيك أو حامض لاكتيك أو اسيتالدهيد . وهذه سرعان ما تتحلل الى ثانى أكسيد كربون وماء .

ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ أ$_{٦}$ ← ك يد$_{٣}$. ك أ . ك أ أ يد ← ك يد$_{٣}$ ك أأ يد + يد ك أ أ يد

حامض بيروفيك — حامض خليك — أسيتالدهيد

ك يد$_{٣}$. ك أ . ك أ أ يد + يد$_{٢}$ ← ك يد$_{٣}$ ك يد أ يد . ك أ أ يد

حامض بيروفيك — حامض لاكتيك

يد ك أ أ يد + $\frac{١}{٢}$ أ$_{٢}$ ← ك أ$_{٢}$ + يد$_{٢}$ أ

أما تحت الظروف اللاهوائية فتحليل البكتريا السكريات الى أحماض عضوية كحامض الخليك واللاكتيك والبيوتريك والجليسرول والأسيتون والايثانول وثاني أكسيد الكربون ومثال ذلك تخمير سكر الجلوكوز الى حامض لاكتيك بفعل بكتريا Lactobacilli .

ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ أ$_{٦}$ ← ٢ ك يد$_{٣}$. ك يد أ يد . ك أ أ يد

ثانيا : تحليل المواد البروتينية :

يتركب البروتين من سلسلة طويلة من الأحماض الأمينية باتحاد مجموعة الأمين (ــ ن يد$_{٢}$) مع مجموعة الكربوكسيل (. ك أ أ يد) وانفصال جزىء من الماء . وينتج من اتحاد حامضين أمينيين معا مع انفصال جزىء من الماء مركب الببتيد Peptide الذى يحتوى على مجموعة أمينية (قاعدية) ومجموعة كربوكسيلية (حامضية) ، كما أنه يفقد جزىء آخر

من الماء تتحد الببتيدات وتكون مركبات أخرى أكثر تعقيدا تعرف بعديد الببتيدات Polypeptide . وهذه تتحد مع بعضها لتكون البيتونات Peptones ، التى تكون باتحادها البروتيوزات Proteoses التى تكون بدورها المركبات البروتينية Proteins

وتحلل الأحياء الدقيقة المواد البروتينية تحليلا مائيا بفعل الانزيمات الخارجية فى الخطوات التالية :

بروتين ⟵(Proteinase) عديد الببتيدات ⟵(Polypeptidase)

ببتيدات ⟵(Peptidase) أحماض أمينية .

وتتحلل الأحماض الأمينية بطريقتين

أ ـ Decarboxylation

وفيها يتم انتزاع ك أ٢ من مجموعة الكربوكسيل

ر . ك يد <(ن يد٢ / ك أ أ يد) ⟵ ر . ك يد٢ . ن يد٢ + ك أ٢

ب ـ Deamination

وفيها تنفصل مجموعة الأمين وتتحول الى نوشادر

ر . ك يد٢ <(ن يد٢ / ك أ أ يد) + أ ⟵ ر . ك أ . ك أ أ يد + ن يد٣

ويتم تحليل البروتينات تحت الظروف الهوائية وأيضا تحت الظروف اللاهوائية وتكون نواتج التحليل فى الحالة الأولى نواتج نهائية

ثابتة ليس لها روائح كريهة أما الحالة الثانية تحت الظروف اللاهوائية يحدث تعفن putrifaction تتكون مواد عضوية آزوتية كريهة الرائحة مثل يدم كب والاندول والفينول والنشادر والميثان ... الخ •

والميكروبات التى تحلل البروتينات Proteolytic هى :

(أ) الميكروبات الهوائية : E.coli ، Proteus vulgaris

Pseudomonas fluorescens ، Micrococcus Flavus

هذا بالاضافة الى بعض الأكتينوميسيتس والفطريات •

(ب) الميكروبات اللاهوائية مثل : Clostridium sporogenes

هذا ويستدل على مقدرة الميكروب فى تحليل البروتين بتلقيحه فى بيئة الجيلاتين المغذى فاذا أذابها Gelatin liquifaction دل ذلك على أنه من الميكروبات المحللة للبروتين • كذلك بتلقيحه فى بيئة لبن عباد شمس ، فاذا ذابت الخثرة المتكونة وتحول لون عباد الشمس الى اللون الأزرق (لتراكم النوشادر) دل ذلك أيضا على قدرة الميكروب على تحليل البروتين •

ثالثا : تحليل المواد الدهنية :

الدهون عبارة عن استرات لبعض الأحماض الدهنية مع الجليسرول ، أى جليسريدات الأحماض العضوية • وأكثر الأحماض الدهنية انتشارا حامضى البالمتيك والأولييك •

وتتحلل الدهون بواسطة أنزيم اللايبيز Lipase الى أحماض دهنية وجليسرول وتقوم بعض الميكروبات تحت ظروف خاصة بتحليل الجليسرول واستعماله

المجاميع البكتيرية الهامة

١ - بكتريا حامض اللاكتيك :

وتشمل عائلة Lactobacillaceae وهي تحتاج لمواد غذائية معقدة التركيب لتغذيتها بجانب عدد من الفيتامينات وأحماض أمينية وكربوهيدرات ويكون التخمر متجانس Homofermentatiwe أو غير متجانس Heterofermentatiwe

٢ - بكتريا حمض الخليك :

ومنها أجناس Acetomonas , Acetobacter وتتميز هذه البكتريا بأنها : -

- تؤكسد الكحول الى حامض الخليك .
- تنتج حامض الأسكوربيك من السوربوز .
- تسبب انسداد أبراج الخل حيث تكون أغلفة لزجة Acetobacter Xylinum

٣ - بكتريا حمض البيوتريك :

كما في جنس Clostridium حيث ينتج عن تحلل المواد الكربوهيدراتية حامض بيوتريك ذو الرائحة النفاذة وثاني أكسيد الكربون والأيدروجين ، مما يسبب فساد الأطعمة .

٤ - بكتريا حمض البروبيونيك :

كما في جنس Propionibacterium وهو الميكروب المسئول

عن التسوية فى الجبن السويسرى حيث ينتج حمض البروبيونيك والخليك وثانى أكسيد الكربون وتظهر بالجبن العيون الواسعة واللامعة المميزة لهذا الصنف .

٥ ــ البكتريا المحللة للبروتين :

وهى تنتج انزيمات محللة للبروتين وتفرزها خارج الخلية extracellular وتعرف بانزيمات البروتينيز والتى تفرزها هى ميكروبات proteolytic ومنها B.cereus Cl.Sporogenes Acid والتى تنتج حامض بجانب تحليلها للبروتين مثل Str. faecalis var. liqufacienc Mic. caseolyticus

٦ ــ البكتريا الليبوليتية :

وهى التى تقوم بتحليل الدهون بواسطة انزيم اللايبيز منتجة أحماض دهنية وجليسرين ومنها Achrombbacter Pseudomonas Micrococcus Serratia Pseudomonas Fleuorescens

٧ ــ البكتريا المحللة للسكريات :

وهى التى تقوم بتحليل النشا والسكريات العديدة والثنائية الى بسيطة ومنها B. subtilis, Clostridium

٨ ــ البكتريا البكتوليتية :

وهى تسبب ليونة الأنسجة النباتية بافرازها انزيم البكتيز .

٩ ــ بكتريا القولون :

وتشمل E. Coli Enterobacter aerogenes

١٠ ــ البكتريا السيكوفيلية : Psychrophilic bacteria

ومنها Achromobacter, Bacillus Pseudomonas

١١ ــ البكتريا الثرموفيلية : Thermophilic

ومنها Microbacterium Bacillus Clostridium

١٢ ــ البكتريا المحبة للملح : Halophilic

وهى تتحمل نسبة من الملح تصل الى ٢٠ ــ ٢٥ ٪ مثل

Staphylococcus Micrococcus Brevibacterium

Linenes

١٣ ــ البكتريا التى تتحمل الضغوط الاسموزية العالية : Osmophilic

مثل Leuconostoc وهو ينتج دكسترات فى التركيزات العالية من السكر .

١٤ ــ بكتريا التسمم الغذائى والأمراض الغذائية .

Food poisoning and infection bacteria

مثل Cl.botilinum Salmonella Staphylococcus

١٥ ــ البكتريا الملونة : Pigmented bacteria

مثل Serratia (اللون الأحمر)

Flavobacterium (اللون الأصفر)

١٦ ـ البكتريا المكونة للزوجة : Slimes

وهى تنتج مواد هلامية ذات ملمس لزج على سطح الغذاء مثل

Alcaligenes Leuconostoc

١٧ ـ البكتريا المكونة للغاز :

حيث تسبب ضغط داخل العبوات كما تسبب انتفاخ ميكروبى متأخر

فى الجبن مثل ميكروبات القولون والكلوستريديا والباسيلاس .

- ميكروبيولوجيا المياه والمجارى وحماية البيئة :

مياه الشرب لابد أن تكون خالية من المواد العالقة صافية عديمة اللون والرائحة والطعم ، خالية من الكيماويات الضارة ومن الكائنات الحية الدقيقة الممرضة وبذلك تعرف بالمياه النقية •

ويحدث التلوث فى الماء بمجرد أن تلامس الأمطار الأرض وتأخذ طريقها الى البحيرات والأنهار ، ويزداد التلوث كلما تعرضت البحيرات والأنهار لغزو المخلفات ويعتبر التلوث خطرا اذا كان مصدرا لكائنات حية دقيقة ممرضة للانسان والحيوان •

وتصل الى الماء ميكروبات من مصادر مختلفة مثل الهواء والتربة ومياه المجارى ومن الحيوانات والنباتات الميتة • وجدير بالذكر أن قليلا من هذه الميكروبات ما يمكنه أن يتلائم مع هذا الوسط الجديد ، وهذه الأنواع القليلة هى التى تكون مجموعة بكتيريا الماء •

ونظرا لأن مياه المجارى عادة تحتوى على ميكروبات ضارة فانه لابد من اجراء عمليات تنقية لهذه المياه قبل عودتها الى الأنهار واختبار كفاءة عملية التنقية ميكروبيولوجيا على فترات زمنية قصيرة حتى يتأكد من سلامة العملية للمحافظة على الصحة العامة •

وأن صلاحية الماء للاستهلاك الآدمى من ناحية طعمه وخلوه من العوامل التى تسبب الأمراض تتوقف الى حد كبير على الأحياء الدقيقة التى يحتويها ولاختبار صلاحية الماء للشرب والاستعمال الشخصى أو -

التصنيع تؤخذ عينات من هذه المياه لاجراء الاختبارات التالية عليها :ـ

أولا ـ الاختبارات الفيزيائية :

اختبار الطعم ، اللون ، الرائحة ، اللزوجة .

ثانيا ـ الاختبارات الكيميائية :

تحليل المياه كيميائيا لمعرفة تركيزات العناصر والأيونات المختلفة وكذلك المعادن الثقيلة والتى تكون سامة غالبا .

ثالثا ـ الاختبارات الميكروبيولوجية :

وهذه الاختبارات تشمل :

(١) تقدير العدد الكلى للميكروبات فى ١ سم٣ من الماء حيث أنه من المتفق عليه أن الماء الجيد يجب أن لا يحتوى على أكثر من ١٠٠ خلية ميكروبية/١ سم٣ والا اعتبر هذا الماء غير نقى من الوجهة الميكروبيولوجية أو أن عمليات تنقية ماء الشرب بها عيوب وظهور عدد أكثر من ١٠٠ خلية/١ سم٣ فى مياه الآبار يدل على وصول تلوث الى هذه المياه .

(٢) اختبار تلوث المياه بالمجارى :

ويجب الاعتناء تماما فى أخذ عينة الماء المراد تحليلها ميكروبيولوجيا وبصفة خاصة أن تكون ممثلة للمصدر المائى المطلوب اختباره وأن يتم أخذها تحت شروط معقمة وتحليلها مباشرة عقب أخذها وبصفة عامة يعتبر الماء صالحا للشرب

اذا كان خاليا من ميكروبات القولون بشرط أن يكون خاليا من المواد السامة ، ومجموعة القولون سبق وضعها فى باب تقسيم البكتيريات ، وهى توجد عادة فى أمعاء الانسان والحيوان من ذوات الدم الحار وعلى ذلك فوجودها فى الماء يدل على تلوثه ببراز مثل هذه الحيوانات ـ ونظرا لأن الكشف عن الميكروبات الممرضة من الصعوبة بمكان وتحتاج الى وقت طويل ففى العادة تختبر المياه لوجود مجموعة القولون من عدمه ـ فاذا وجدت هذه المجموعة فى المياه فان ذلك يدل على تلوثها بمياه المجارى واحتمال وجود ميكروبات مرضية وتكون المياه غير صالحة للشرب • واختبار المياه لهذه البكتريا يتضمن ثلاث اختبارات متسلسلة كما يلى :

(أ) الاختبار الاحتمالى :

حيث يجرى تلقيح الماء فى بيئة ماكونكى السائلة ويكشف بعد التحضين عن وجود حمض وغاز كنواتج لتحليل سكر اللاكتوز فاذا تكون الغاز فى ظرف الـ ٢٤ ساعة الأولى كانت نتيجة الاختبار الاحتمالى موجبة واذا ظهر الغاز فى خلال الـ ٢٤ ساعة التالية كانت نتيجة الاختبار الاحتمالى مشكوك فيه وعلى ذلك تعمل الاختبارات الأخرى • أما عدم وجود الغاز بعد ٤٨ ساعة (أى نتيجة للاختبار الاحتمالى سالبة فيؤخذ ذلك دليلا على أن الماء غير ملوث وصالح للشرب ولاداعى لاجراء اختبارات أخرى •

(ب) الاختبـار التحقيقـى :

اذا مـا كـان الاختبـار الاحتمـالـى السـابق مشـكوك فيـه أو موجـب يجـرى الاختبـار التحقيقـى ويستعمـل لذلـك عـادة بيئتـين صلبتـين همـا بيئـة آجـار الأيوسـين والميثلـين الأزرق وهـذه تظهـر عليهـا مستعمـرات colonies ميكـروب E.coli متميـزة بمركـزهـا الأسـودولمعـان معـدنى مخضـر (كوبـى) بينمـا تظهـر مجموعـات E. aerogenes بنيـة المركـز وخاليـة من السـلمعـان المعـدنى •

(ج) الاختبـار التكيلـى : Completed test

يجـرى هـذا الاختبـار عـادة للتأكـد من أن المجـاميع التـى ظهـرت علـى الأطبـاق فـى الاختبـار التحقيقـى هـى نفسـها بالاختبـار الاحتمـالى الموجـب وأن صفـاتـه تنطبـق علـى صفـات ميكـروبـات القولـون وفـى تلـك الحالـة يسـتلـزم الأمـر عـمل اختبـارات التفـرقـة بـين أفـراد القولـون وهـذه الأخيـرة مثـل اختبـار انتـاج الأنـدول اختبـار أحمـر الميثيـل اختبـار فوجزبروسـكاور اختبـار ايكمـان وكـذلـك كميـة الغـاز النـاتج والنسـبة بين ك أ٢ ، يد٢ •

Voges Proskauer test.

الميكروبيولوجيا الصناعية

تستخدم الميكروبات الآن فى العديد من الصناعات المهمة لانتاج مواد مرغوبة ومن أهم هذه المواد :

(١) الكيماويات الدوائية : Pharmaceuticals وتشمل : —

أ ــ المضادات الحيوية واللقحات والسترويدات والفيتامينات •

(٢) الأحماض العضوية :

مثل حمض الستريك ــ اللاكتيك ــ جلوكونيك ــ جبريلك •

(٣) الأحماض الأمينية : Amino acids

مثل التربتوفان والليسين والثريونين •

(٤) الانزيمات : Enzymes

مثل الاميليز والبروتنيز ــ لاكتيز وليبيز وسليوليز •

(٥) المذيبات العضوية : Organic solvents

مثل الأسيتون والبيوتانول •

(٦) الوقود : Synthetic fuels

مثل كحول الايثانول وغاز الميثان •

والعديد من هذه المنتجات تنتج ميكروبيا أو بواسطة التخليق الكيماوى ويتوقف طريقة التصنيع على التكاليف الصناعية • ويستخدم اصطلاح تخمر Fermentation للدلالة على الانتاج بطريقة ميكروبية •

دور الميكروبات الصناعية :

من الوجهة الصناعية تعتبر المواد كمادة خام والميكروبات كمصانع كيماوية لتحويل المادة الخام الى منتجات جديدة .

المادة + الميكروبات ← مواد جديدة (تخليق أو هدم المادة الخام) .

وبصفة عامة يمكن تقسيم هذه الصناعات المختلفة الى : ـ

(١) صناعات تنتج فيها الميكروبات مركبات نهائية أو مركبات وسيطه :
مثل صناعة الكحولات ، الأحماض العضوية ، الانزيمات ، الأحماض الأمينية ، فيتامينات والمضادات الحيوية .

(٢) صناعات تعتمد على نشاط البكتريا فى احداث تغييرات كيماوية وطبيعية مثل صناعة الألبان المتخمرة وصناعة السيلاج والأسمدة العضوية وتعطين الكتان ، الخبز .

(٣) صناعات تكون الميكروبات فيها كناتج نهائى :
مثل انتاج بكتيريا العقد الجذرية ، انتاج الخميرة ، انتاج اللقحات صناعة انتاج البروتين الميكروبى Single cell protein SCP

بعض المنتجات الصناعية المنتجة بواسطة البكتريا :

المنتج	الميكروب	الاستخدامات
أسيتون ، بيوتانول	Cl. acetobutylicum	مذيبات، الصناعات الكيماوية
٢ ـ ٣ بيوتانديول	B. polymyxa Ent. aerogenes	مذيبات، كيماويات وسيطة •
حمض كيتوجليكونيك	Gluconobacter suboxydans	مادة وسطية لانتاج حمض الطرطريك •
حمض اللاكتيك	Lactobacillus sp.	منتجات غذائية وصناعية الكيماويات •
انزيم الاميليز البكتيرى	B.subtilis	النشويات المحولة ، الورق المنسوجات •
انزيم البروتينيز	B. subtilis	تسوية اللحوم والمنظفات •
الدكستران	Luconostoc mesenteroids	بلازما الدم ، الصناعات الغذائية •
الليسين	Micrococcus glutamicus	العلائق الحيوانية •
البنسلين	Penicillium chrysogenium	مضاد حيوى •
خميرة الخباز	Saccharomyces cervisae	صناعة الخبز •
انتاج البروتين الميكروبى	Methylomonas sp.	أعلاف دواجن وحيوانات •
حمض التريتوفان	Hansenula anemola	صناعة الأدوية علائق حيوانية •
فيتامين المركب	Candida utilis	كيماويات دوائية •

لو أن هناك فرصة لنمو هذه الميكروبات فان تغييرات تحدث فى المظهر أو الطعم أو الرائحة وفى نوعية الغذاء هذا التحلل يحدث كالآتى :

الأغذية البروتينية + ميكروبات محللة للبروتين ← أحماض أمينية + أمينات + أيونيا + كبريتيد أيدروجين .

ميكروبات مخمرة للكربوهيدرات + الكربوأيدرات ← أحماض + كحولات + غازات

أغذية دهنية + ميكروبات محلل للدهون ← أحماض دهنية + جلسرول .

كذلك تحدث هذه الميكروبات تلوث للغذاء بالمواد الناتجة من عمليات الأيض ـ البكتيرى ، فمثلا بعض مواد الغذاء تتلون بلون الصبغات البكتيرية النامية على المواد الغذائية كذلك قد تتكون المواد اللازجة نتيجة لنشاط الميكروبات .

العوامل التى تحدد استخدام نوع معين من الميكروبات فى الصناعة :

(١) السلالة :

وتنتقى السلالات ذات الكفاءة العالية .

(٢) توفير الظروف المثلى للنمو :

يجب أن نوفر كل الظروف للنمو والاحتياجات الغذائية لكل سلالة وهذه العوامل :

أ ـ كمية العناصر الغذائية ونوعها . ب ـ درجة الحرارة .

جـ ـ العوامل المشجعة للنمو . د ـ درجة الحموضة .

علاقة الميكروبيولوجيا بالأغذية

غذاء معظم الناس الآن محفوظ بطرق عديدة ويتم اعداده بطرق اعداد مختلفة ، بعض المواد الغذائية تكون مجمدة ، معلبة أو مجففة وقد تكون معبأة أو مطبوخة طبخا أوليا أو مجهزة للتسخين والأكل أثناء اعداد الأغذية قد تتعرض للتلوث بالميكروبات اذ لم تتخذ الاحتياطات اللازمة لمنع نمو وتكاثر هذه الميكروبات لأنها قد تؤدى فى النهاية الى فسادها •

المواد الغذائية تحتوى على بروتين كربوهيدرات ودهون وهذه المواد تشجع نمو العديد من الكائنات الدقيقة • ويستخدم طرق عديدة لحفظ الغذاء بطرق كيميائية أو طبيعية وبعض الميكروبات مفيدة فى تجهيز الأغذية وذلك مثل الأغذية المخمرة المخللات ، الزيتون والبعض الآخر من الميكروبات مصدر مهم للبروتين • ويستخدم كعلف للحيوان •

الفلورا الميكروبية للأغذية الطازجة :

الأنسجة الداخلية للنبات والحيوان السليم خالية من الميكروبات بينما سطح الخضروات واللحوم ملوث بعدد كبير من الكائنات الدقيقة وهذا التلوث يرجع الى الوسط المأخوذ منه الطعام وحالة المادة الخام المجهز منها الغذاء ، طرق التداول ، ظروف التخزين •

من المرغوب فيه المحافظة على أقل عدد ممكن من مستوى التلوث للمواد الغذائية •

اللحوم :

أثناء الذبح والسلخ يحدث فى العادة تلوث كبير لسطح الذبيحة بينما تظل الأنسجة الداخلية خالية من الميكروبات لكن أثناء التقطيع ينتقل التلوث من السطح الخارجى الى الأنسجة الداخلية •

أكثر الميكروبات انتشار فى اللحم الطازج أنواع Staphylococci Pseudomonas and enterococci ومجموعة القولون درجة الحرارة المنخفضة التى يحفظ عليها اللحم تسمح بنمو الميكروبات المحبة للحرارة المنخفضة •

الدواجن : Polutry

تحتوى الدواجن المذبوحة حديثا على مجموعات بكتيرية كبيرة على سطحها وذلك يرجع الى الوسط الذى نمت فيه الطيور وأماكن ذبح واعداد الدواجن للاستهلاك تحت شروط الذبح الجيدة يحتوى سطح الدجاج على ١٠٠ ـ ١٠٠٠٠/سم^٢^(خلية بكتيرية)على السطح الخارجى لجلد الدجاج • والأنواع الأكثر انتشارا هى من جنس pseudomonas

البيض : Eggs

البيض الطازج السليم والنظيف غالبا ما يكون خاليا من الميكروبات ظروف حفظ وتخزين البيض قد تساعد على زيادة محتواها الميكروبى وانتشارها الى الداخل مثل الحرارة ـ الرطوبة •

الميكروبات وعلى الأخص البكتريا والفطر قد تدخل الى داخل

بيضة خلال تشققات فى قشرة البيضة أو تخلل هيفات الفطر لقشر البيضة - أنواع الميكروبات الموجودة على البيض هى الموجودة فى الوسط ومكان انتاج البيض ويعتبر زلال البيض مانع لنمو البكتيريا لشدة قلويته بعكس صفار البيض المشجع للنمو - وينتشر على البيض بكتيريا Pseudomonas fluorescenes والتى تسبب فساد البيض ٠

الفاكهة والخضروات :

الفاكهة والخضر عرضة للاصابة بالبكتريا والفطر - والفيروس اصابة الانسجة النباتية بالأحياء الدقيقة يحدث خلال المراحل المختلفة لنمو الخضر والفاكهة - كذلك أثناء التداول واعدادها للتسويق الخدوش والجروح التى تحدث للخضر والفاكهة أثناء النقل يسهل اصابتها بالميكروبات - والفاكهة فى الغالب حمضية لا تشجع نمو البكتريا عليها بينما لا يعوق ذلك نمو الفطر (٣ر٢ pH فى الليمون) ٠

بينما فى الخضر تكون الحموضة ما بين pH 5-7 وهنا يشجع نمو البكتريا ٠

السمك والأغذية البحرية :

تعكس الفلورا الميكروبية على الأسماك والمنتجات البحرية الفلورا الميكروبية للمياه المستخرج منها هذه الأغذية ٠ فاذا كان الماء المصاد منه هذه الأسماك ملوث بمخلفات المجارى مثلا فان الاحتمال الكبير أن تكون هذه الأسماك ملوثة بميكروبات مرضية ٠

بكتريا Vibrio parahaemolyticus مسئول عن

الاصابة ببعض أمراض •

فساد الأغذية الميكروبى :

نظرا للتنوع الكبير فى المواد الغذائية وطرق اعدادها وتجهيزها وتداولها فان معظم الميكروبات قد تتواجد بها نتيجة لعمليات التلوث •

نوع الغذاء وطرق اعداده كذلك طريقة حفظه قد تشجع على تلوثه بالعديد من مجموعات الأحياء الدقيقة معظم المواد الغذائية تعتبر بيئات غذائية لنمو الكثير من مجموعات البكتريا •

أنواع الفساد للأغذية الغير معلبة بالميكروبات

الغذاء	نوع الفساد	الميكروبات المسببة للفساد
الخبز	تعفن	Rhizopus nigricans A. niger, penicillium
الخضر والفاكهة الطازجة .	العفن الطرى	Rhizopus sp., Erwina
	العفن الرمادى	Botrytis
	الفطرى	A. niger
	العفن الأسود	Rhodotourla
	الفطر	
المخللات	خميرة غشائية	Alcaligenes,
	والخميرة الحمراء	clostridium.
اللحم الطازج	التعفن	Proteus vulgaris, sp. fluorescens.
الأسماك	تغيير فى اللون	Pseudomonas
	تعفن	Alcaligenes flavobacterium
البيض	عفن أخضر	Ps. fluorescens
	عفن شفاف	Ps., Alcaligenes
	عفن أسود	Proteus

الفساد البكتيرى للأغذية المعلبة

نوع الفساد	pH	نوع الغذاء
بكتريا محبة للحرارة المرتفعة	٥ر٣ أو أعلى	ذرة ـ بسلة
فساد حامضى	٨ر٤ أو أعلى	السبانخ ـ والذرة
بكتريا غير هوائية	٥ر٣ أو أعلى	ذرة ـ بسلة
فساد كبريتى		
محبة للحرارة المتوسطة	٢	ذرة ـ أسبرجس
عفن لاهوائى	٨ر٤ أو أعلى	طماطم ـ وكمثرى
عفن بيوتريكى	٤ أو أعلى	عصير طماطم
فساد حمضى	٢ر٤ أو أعلى	فواكه
	٧ر٣ ـ ٥ر٠	فواكه
خمائر	٧ر٣ أو أقل	فواكه
فطريات	٧ر٣ أو أقل	فواكه

حفظ الأغذية :

عرفت طرق حفظ الأغذية منذ قدماء المصريين مثل الحفظ بالتمليح والتجفيف والتدخين كذلك عرف منذ القدم حفظ الأغذية فى الكهوف الباردة ـ ويمكن تلخيص طرق الحفظ المختلفة كالآتى :

(١) الحرارة المرتفعة .

أ ـ الغليان .

ب ـ بخار تحت ضغط تعقيم •

جـ ـ بسترة •

(٢) الحرارة المنخفضة

أ ـ تبريد •

ب ـ تجميد •

(٣) تجفيف :•

(٤) ضغط اسموزى •

أ ـ تركيز سكر مرتفع •

ب ـ محلول ملحى •

(٥) كيماويات :•

أ ـ أحماض عضوية •

ب ـ مواد تتكون أثناء المعالجة كما فى التدخين •

جـ ـ مواد تتكون بفعل نشاط الميكروبات (أحماض) •

(٦) الاشعاع :

أ ـ أشعة فوق بنفسجية •

ب ـ أشعة تأينية •

ويلاحظ أن كل من طرق الحفظ تعتمد عامل أو أكثر من العوامل الاتية :ـ

١ ـ منع أو ازالة التلوث •

٢ ـ تثبيط نمو الميكروبات ونشاطها الأيضى •

٣ ـ قتل الميكروبات •

ميكروبيولوجيا الألبان

Dairy Microbiology

أهمية البكتريا في الصناعات اللبنية :

رابعاً التي تقوم بنشاط مفيد Desirable activity وذلك في صناعات مثل :

١ ـ الجبن Cheese

والبكتريا المسئولة أغلبها بكتريا حمض اللاكتيك لانتاج الخثرة ذات الصفات الخاصة كما أن فعله مثبط لنمو كثير من الميكروبات غير المرغوب فيها مثل الميكروبات المرضية والغازية والمحللة للبروتين ، كذلك فان الحمض المتكون قد يتحكم في نمو كثير من الميكروبات الأخرى التي تكون بمثابة عامل فساد ، وبعض الميكروبات الأخرى المفيدة تعطي أطعمه خاصة لبعض أنواع الجبن أو تعطي تركيب وقوام خاصين للبعض الآخر كما في تكوين العيون والقوام المطاط في الجبن السويسري .

٢ ـ الزبد Butter

والبكتريا المسئولة أغلبها تنتمي الى مجموعتين أحدهما لبكتريا حمض اللاكتيك المكونة للحموضة والأخرى للبكتريا المخمرة لحمض الستريك والمكونة للطعم والرائحة وينتج عن نموها ونشاطها في القشرة زبدا ذات صفات خاصة .

٣ ـ الألبان المتخمرة Fermented milks

مثل اللبن الزبادي والقشدة والمخمرة واللبن الفرز المخمر ويتم ذلك بفعل أنواع خاصة أغلبها من البكتريا المكونة للحموضة وأحيانا تستعمل

معها الأنواع الأخرى المنتجة للنكهة ذات التخمر الستريكى أو الكحولى .

٤ ـ منتجات صناعية ثانوية

ومن أهم المنتجات الثانوية فى مصانع الألبان هو الشرش الذى يحتوى على نسبة كبيرة من الكربوهيدرات (اللاكتوز) وبكميات كافية لنمو الخمائر التى يمكن الاعتماد عليها كما ظهرت من البحوث الحديثة لتكون مصدرا هاما لغذاء الحيوان غنى فى البروتين ، كما يمكن الحصول كذلك بفعل تخمرات أخرى مختلفة على نواتج هامة مثل الكحول والفيتامينات .

والخلية البكتيرية عبارة عن كيس به انزيمات تفرز بعضها للخارج للقيام بالأعمال الحيوية المختلفة .

تقييم اللبن كبيئة بكتيرية :

١ ـ الماء : يوجد بقدر كبير كاف لنشاط البكتريا الحيوى .

٢ ـ مصدر الكربون : الكربوهيدرات الأساسية فى اللبن هى اللاكتوز ، بعض البكتريا لاتستطيع استعماله كمصدر للكربون ، كذلك يوجد البروتينات ، الأحماض الأمينية ، الدهن ، حامض الستريك يمكن لبعض البكتريا استعمالها كمصدر للكربون .

٣ ـ مصدر النتروجين : رغم احتواء اللبن على كازين ربما يعتبر غير غنى فى النتروجين ، حيث أن الكازين وهو البروتين الأساسى لايستعمل الا بالبكتريا المحللة للبروتين مثل Str. liquifaciens ، وبروتينات الشرش ربما تسمح ببعض

النمو كما أن وجود كمية البروتيوزات والببتونات تساعد كمصدر للنتروجين • كما أن ترسيب البروتين بالحامض أو بالحرارة يزيد من قدرة البكتريا على استعمالها كمصدر للنتروجين •

٤ ـ المعادن : متوفرة لنشاط البكتريا الحيوى •

٥ ـ الفيتامينات : متوفرة لنشاط البكتريا الحيوى •

٦ ـ pH : قريب من التعادل بعد الحلاب مباشرة ٦ر٦ ـ ٨ر٦ وهو يعطى نمو جيد •

٧ ـ القدرة المنظمة للبن buffer capacity : يتحمل اللبن نموات بكتيرية كبيرة دون أن يتأثر الـ pH تأثيرا بليغا •

٨ ـ المواد المثبطة للنمو Inhibitory substances : منها ما يوجد طبيعيا فى اللبن مثل اللاكتينين ويستمر مفعوله المثبط فى اللبن لمدة ساعتين بعد الحلاب أو يفقد نشاطه بالتسخين على ٨٠°م لمدة ١٠ دقائق •

التغيرات التى تحدث فى اللبن Changes produced in milk

عند نمو البكتريا يحدث تغييرات كيميائية وطبيعية فى اللبن ، ونواتج النشاط يعتمد على نوع البكتريا والمادة المتخمرة • ويعتبر أهم هذه التغييرات هى انتاج الحموضة نتيجة تخمر سكر اللاكتوز وتغيرات نتيجة تحليل بروتين اللبن وتغييرات نتيجة تحلل الدهون والستريك واللاكتات •

وتقسم تخمرات اللبن الى :

١ ـ تخمرات حامض اللاكتيك Acid fermentation

٢ ـ تخمرات لانتاج الغاز Gassy fermentation

٣ ـ تخمرات لانتاج الخثرة الحلوة Sweet curdling

٤ ـ تخمرات تحليل البروتين Proteolysis

٥ ـ تخمرات تحليل الدهن Lipolysis

٦ ـ تخمرات لانتاج مواد مخاطية Ropy fermentation

٧ ـ تخمرات لانتاج الطعم واللون Flavors and colors

وسوف نتكلم عن كل منها باختصار مع ذكر أهم أنواع الميكروبات المسببة : ـ

١ ـ تخمرات حامض اللاكتيك

يعتبر حامض اللاكتيك الحامض الأساسي في كثير من الصناعات اللبنية وهو ينتج من تأثير الميكروبات على سكر اللبن وهو سكر اللاكتوز ومن أهم أنواع هذه الميكروبات ما يلي : ـ

أ ـ Streptococci

وأهمها ميكروب Str. lactis وهي ميكروبات كروية موجبة لصبغة جرام توجد عادة على هيئة أزواج أو في سلاسل قصيرة ويمكن الحصول عليها من أواني الحلابة وبعض النباتات وتعمل هذه الميكروبات على تخمير سكر اللاكتوز باللبن وتحويله الى النواتج النهائية وهو حامض اللاكتيك بنسبة تصل الى ٩٠٪ ويطلق عليها تخمر Homofermentative ومنها ميكروبات Str. lactis و Str. cremoris أما في حالة بكتريا Leuconostoc citrovorum فان ناتج التفاعل النهائي من تخمير سكر اللاكتوز يكون عبارة عن

خليط من حامض اللاكتيك وحامض الخليك وكحول الايثايل وثانى أكسيد الكربون ويطلق على هذا النوع من التخمرات Heterofermentative

ب ـ Lactobacilli

وهى مجموعة من الميكروبات العصوية عادة طويلة وتشبه الاسطوانة وأحيانا يتغير شكلها مع زيادة النمو أى متعددة الأشكال وهى موجبة لصبغة جرام ، غير متحركة وغير متجرثمة وهى تخمر سكر اللاكتوز مع تكوين حمض اللاكتيك ويتبعها بعض الميكروبات الهامة مثل Lactobacillus bulgaricus ، L. helveticus

جـ ـ Microbacteria

وهى بكتريا صغيرة الحجم عصوية موجبة لصبغة جرام تخمر سكر اللاكتوز غالبا الى حامض اللاكتيك ، ومن أهم مميزات هذه البكتريا أنها من الميكروبات الغير متجرثمة والمقاومة للحرارة اذ أنها تستطيع أن تقاوم درجات الحرارة ما بين ٨٠ ـ ٨٥ °م لمدة ١٠ دقائق ومن أهمها Microbacterium lacticum

د ـ Micrococci

وهى كروية موجبة لجرام مثل جنس Micrococcus

هـ ـ Coliform bacteria

توجد هذه المجموعة فى مصادر مختلفة مثل مخلفات الانسان والحيوان والمياه الملوثة والتربة والنباتات وهى ميكروبات نشيطة جدا ، فهى تخمر سكر اللاكتوز الى حمض اللاكتوز وحمض الخليك

وكميات صغيرة من الأحماض الأخرى ، ك أ٢ ، يد٢ وهى قادرة على تجبن كيزين اللبن وهى بكتريا عصوية قصيرة مفردة سالبة لصبغة جرام غير متجرثمة ومن أهمها

Escherichia coli Enterobacter aerogenes

٢ ـ انتاج الغاز Gas production

عديد من الميكروبات تخمر سكر اللاكتوز مكونة حامض وغاز فمثلا نجد أن مجموعة بكتريا القولون تكون كمية كبيرة من ك أ٢ ، يد٢. وكذلك نجد أن البكتريا التابعة لجنس CClostridium ومنها Cl. butyricum تنتج كمية كبيرة من هذه الغازات والخمائر التابعة لأجناس Torulopsis Candida لها نفس القدرة على انتاج هذه الغازات ويظهر سطح اللبن كأنه منفوخ أما فى الجبن فتظهر على هيئة ثقوب غازية .

٣ ـ تخمرات انتاج الخثرة الحلوة Sweet curdling

ويقصد بذلك التجبن الحلو الذى يسببه بعض الميكروبات بتخثيرها للبن بما تفرزه من انزيمات الرنين أو المشابه للرنين ، ويحدث هذا التجبن عادة فى اللبن المبستر كما يحدث فى اللبن الخام المحفوظ على درجة حرارة منخفضة وهناك كثير من الميكروبات التى تسبب هذا العيب منها ـ : Bacillus subtilis and B.cereus var mycoides

وجراثيم هذه البكتريا تقاوم الحرارة والجفاف وتخثر اللبن قبل تكوين أى حموضة به ومن الأجناس الأخرى Proteus، pseudomonas التى توجد فى المياه الملوثة وبعض المواد العضوية .

٤ ـ تحلل البروتين Proteolysis

يتكون البروتين من تجمعات الأحماض الأمينية وعند تحلل البروتين يتجزأ الى أجزاء تختلف فى وزنها الجزيئى ٠ فالبروتين هو الأعلى (أكثر من ١٠٠٠٠) والبروتيوزات (حوالى ٥٠٠٠) والببتونات (حوالى ٢٠٠٠) والببتيدات (حوالى ٥٠٠ ـ ١٠٠٠) والببتيدات الثنائية (حوالى ٢٠٠) والأحماض الأمينية (حوالى ١٠٠) ٠

وتستخدم البكتريا عادة المواد الكربوهيدراتية كمصدر للطاقة وتستعمل البروتين للبناء ولكن تستخدمه البكتريا المحللة للبروتين كمصدر للطاقة ان لم يوجد فى البيئة بعض الكربوهيدرات حيث يلزم وجود كمية منها فى البداية حتى تستطيع البكتريا تكوين وافراز الانزيمات الخاصة المحللة للبروتين ، وتحلل هذه البكتريا الأحماض الأمينية الى مركبات أخرى صغيرة لها رائحة كريهة وتسمى هذه الظاهرة بالتعفن Putrefaction وأهم الأجناس المسئولة عن ذلك هو الجنس المتجرثم اللاهوائى Clostridia ويحتوى اللبن على البروتين (الكازين) والكربوهيدرات (اللاكتوز) وتظهر منه ظاهرة تعرف بال Protein-Sparing-action أى الانحراف أو الامتناع عن التفاعل مع البروتين حيث أنه حتى البكتريا المحللة للبروتين وتنتج عن ذلك حفظ البروتين دون أن يتحلل الا القليل منه ٠ وفى حالة معادلة الحموضة وبفعل التأثير المنظم للوسط (وجود أملاح تقاوم تغيير الحموضة) فان تحلل البروتين يتم وتصبح ظاهرة Protein-sparing باطلة ٠

أما البكتريا البطيئة التخمر للاكتوز مثل Bacillus subtilis فانها سالبة لهذه الظاهرة ويتم تحلل البروتين بها طبيعيا ، كذلك البكتريا الغير مخمرة للكربوهيدرات مثل Aerobacter cloaceae تحلل البروتين بسرعة ويكون عادة ناتج التخمر قلويا والحموضة الناتجة من التخمرات ترسب الكازين وتتكون الخثرة ، كما أن الانزيمات المحللة للبروتين بالاضافة الى تحللها له قد ترسبه أيضا بكثرة . وأفراد جنس Pseudomonas تحلل كازين اللبن والقشدة المخزنين على درجات حرارة منخفضة مسببة روائح كريهة جدا .

٥ ـ تحلل الدهن Lipolysis

توجد الانزيمات المحللة للدهون Lipases اما طبيعيا في اللبن أو تفرز فيه من مجاميع خاصة من البكتريا المحللة للدهون Lipolytic bacteria وهذه الانزيمات تحلل الدهن منتجة أحماض دهنية مشبعة مثل حمض البيوتريك ذو الرائحة النفاذة والمسبب للعيب المعروف بالتزنخ . وعند تكسير حبيبات الدهن بعملية التجنيس تزداد المساحة السطحية لحبيبة الدهن ويزداد تبعا لذلك نشاط الانزيمات وذلك يساعد على سرعة ظهور التزنخ وعملية البسترة تبيد هذه الانزيمات .

وفي بعض الحالات توجد ميكروبات أخرى مثل بعض أنواع الفطريات من نوع Penicillium requeforti الذى يفرز انزيم الـلايبيز ويعمل على تحلل الدهن تحت ظروف خاصة وبهذا يدخل ضمن العوامل المسئولة عن اظهار الطعم والنكهة الخاصة في

الجبن الركفور وفى هذه الحالة يعتبر نشاط مرغوب فيه • وتشابه البكتريا المحللة للدهون البكتريا المحللة للبروتين فى خاصية عدم ميولها للوسط الحمضى اذ أن الحموضة تعتبر من العوامل المثبطة لنموها ونشاطها • والميكروبات المسئولة عن التزنخ تعيش أساسا فى التربة وفى الآلات والأدوات الغير معتنى بنظافتها وأهم المنتجات التى تصاب بالتزنخ هى القشدة والزبد • ووجد أن بعض الأحماض الدهنية قد يكون لها أثر سام على الكائنات الأخرى وقد تكون هذه الأحماض الطيارة مصدرا للطاقة لنمو الميكروبات ، وأهم الميكروبات المحللة للدهن تتبع الأجناس Achromobacter - Micrococcus - Pseudomonas بجانب الفطريات من جنس

Candida - Geotrichum - Penicillium

٦ – تخمرات لانتاج مواد مخاطية Ropy fermentation

تحدث فى اللبن أو القشدة تغييرات غير عادية بظهور لزوجة أو مواد مخاطية تنشأ عن نمو وتكاثر ميكروبات معينة تفرز مواد لزجة بكميات كثيرة وهى عبارة عن خيوط على الأسطح مما يجعل اللبن أو القشدة ذات قوام خيطى لزج ويصل طول الخيط فى بعض الأحيان الى متر ، واذا تكونت حموضة فى المنتجات اللبنية الطازجة فان الحالة الخيطية تزول ويرجع أهمية هذا العيب الى ما يسببه من مشاكل فى تجارة اللبن السائل خصوصا عند حفظه على درجة حرارة منخفضة وأهم الأجناس المسئولة عن هذا العيب

Enterobacter Alcaligenes

٧ ـ تخمرات لانتاج اللون والطعم :

بعض الميكروبات اذا ما نمت على بيئات قياسية تسبب بعض النكهات والألوان . وأكثر العيوب الخاصة باللون انتشارا هي : ـ

أ ـ الأصفر يسببه بعض أجناس Pseudomonas ، Microbacterium

ب ـ الأزرق ويسببه نمو بعض الأجناس Pseudomonas

جـ ـ الأحمر Serratia marcescens

د ـ الأسود Ps. nigrifaciens.

أما النكهات والأطعمة التي تظهر في اللبن نتيجة للنشاط الفسيولوجي لبعض الميكروبات فيه فمنها : ـ

١ ـ نكهة السكر أو الطعم المتكرمل ويسببه ميكروب Str. lactis var. maltigenes

٢ ـ نكهة السمك ويسببه B. subtilis B. ichthosmius Ps. fluoresenes

٣ ـ نكهة كحول الأمايل ويسببه Micrococcus casiolyticus

٤ ـ نكهة البطاطس ويسببه Ps. graveolans

٥ ـ طعم الخميرة ويسببه الأجناس Saccharomyces ، Candida ، Torulopsis.

التسمم الغذائي
Food poisoning

يشير التسمم الغذائي عادة الى التأثير الناتج من استعمال أغذية ملوثة بالميكروبات الضارة أو بالإفرازات البكتيرية المعروفة بالتوكسينات Toxins

التوكسينات Toxins

التوكسينات عبارة عن مواد سامة تنتجها أنواع معينة من البكتريا • وهى تنقسم الى :

(أ) توكسينات خارجية Exotoxins

وهى تلك التى تفرز وتنتشر بسرعة خارج البكتيرية الى البيئة التى تنمو فيها ، وقليل من البكتريا له القدرة على انتاج مثل هذه التوكسينات ، ولهذه التوكسينات القدرة على احداث الأمراض التى تسببها البكتريا التى تنتجها ، وذلك عند حقنها فى أجسام الانسان والحيوان •

(ب) توكسينات داخلية Endotoxins

وهى تلك التى تبقى داخل الخلايا ولا تفرز خارجها • ومثل هذه التوكسينات تنتشر فى البيئة فقط عند تمزق الخلايا أو تحللها •

وتولد جميع التوكسينات الخارجية عند حقنها أجساما خاصة تعرف بمضادات التوكسينات Antitoxins • وتتلف التوكسينات الخارجية بالحرارة حيث تتحلل جزئيا بالتسخين على درجة ٥٨ ــ ٨٠ °م لمدة عشر دقائق • كذلك فانها تتلف بتقدم العمر •

أما التوكسينات الداخلية فتمتاز بمقاومتها للحرارة Thermostable ومثال ذلك توكسين الكوليرا الذى يحتاج لكى يفسد الى تسخينه لمدة ساعة على درجة ٨٠ ـ ١٠٠ ٥م .

وبوجه عام يمكن تقسيم التسمم الغذائى المسبب عن بكتيريا قادرة على النمو جيدا فى الأغذية الى نوعين :

(أ) تسمم حقيقى مسبب عن التوكسينات الخارجية للبكتيريا ، ومن أمثلته التسمم البوتشولينى والتسمم الستافيلوكوكى .

(ب) ويطلق عليه عدوى الغذاء وهو التسمم المسبب عن نمو بكتيريا Salmonella

التسمم البوتشولينى

التسمم البوتشولينى Botulism هو تسمم غذائى حقيقى، يسببه توكسين تنتجه بكتريا :
Clostridium parabotulinum
Clostridium botulimum
وذلك أثناء نموها فى الأغذية المحفوظة فى علب غير محكمة القفل أو فى السجق .

وكلا الميكروبين لاهوائى حتما متجرثم ، ويمتاز الأول بكونه غير محلل للبروتين . أما الثانى فيستطيع تحليل البروتين .

تنتج هذه البكتريا خمسة طرز مختلفة من التوكسينات أ،ب،ج،د،هـ وتؤثر الثلاثة طرز الأولى على الانسان ، أما الطرزان د،هـ فتؤثران فقط على الحيوانات . وتمتاز هذه التوكسينات بكونها أكثر السميات المعروفة

قوة ، فقد يؤدى مجرد تذوق الطعام المحتوى على مثل هذه التوكسينات الى الوفاة •

وعادة تظهر أعراض التسمم البوتشولينى فى مدى ١٢ ـ ٣٦ ساعة من استعمال الطعام الملوث ، وتختلف الأعراض باختلاف الحالات • غير أن المصاب يشعر عادة بتعب شديد ، ودوار مع صداع فى الرأس بجانب الامساك ، ويعقب ذلك شلل لعضلات العيون والحلق ، ثم ينتشر الشلل الى الجهاز التنفسى والقلب مما ينتج عنه الوفاة فى مدى يوم الى ثمانية أيام •

هذا ، وتساعد الظروف التالية على انتشار التسمم البوتشولينى :

١ ـ وجود جراثيم الكلوستريديا فى الغذاء المعلب •

٢ ـ الغذاء المناسب لنمو تلك الميكروبات •

٣ ـ بقاء جراثيم الكلوستريديا حية بسبب عدم كفاءة التعقيم ، ويتبع ذلك انبات تلك الجراثيم ونمو الخلايا الخضرية مسببة الفساد والتسمم •

وتوجد بكتيريا الكلوستريديا فى الأراضى وتنفذ منها الى الأطعمة حيث تنمو فيها وتسبب فسادها •

وتستطيع تلك الميكروبات النمو فى الأغذية الحامضية أو المتوسطة أو المنخفضة الحموضة (pH من ٤٫٥ ـ ٧) ، مثل اللحوم • والسبانخ والبنجر • والذرة • والفول •

وتنتج أغلب حالات التسمم البوتشولينى عادة نتيجة لتناول الأغذية

المعلبة فى المنزل حيث لايحكم قفل العلب أو تكون الحرارة غير كافية لقتل جراثيم الميكروبات المسببة لهذا النوع من التسمم •

أما الأغذية المعلبة تجاريا فنادرا ما تحدث مثل النوع من التسمم حيث تتخذ عادة جميع الاحتياطات الصحية •

وتتلخص طرق منع التسمم البوتشولينى فى الآتى :

١ ـ رفض تناول أغذية معلبة مجهولة المصدر •

٢ ـ غلى الأغذية المعلبة المشكوك فيها لمدة ١٠ ـ ١٥ دقيقة وذلك لاتلاف التوكسين الذى يتأثر بالحرارة •

التسمم الستافيلوكوكى

يسبب هذا النوع من التسمم بكتيريا من جنس Staphylococcus ومنها : Staph aureus

تنتج هذه الميكروبات توكسينا يعرف بالتوكسين المعوى Enterotosin لأنه ينتج أعراضا معوية معدية وتظهر تلك الأعراض عادة بعد حوالى ثلاثة ساعات من تناول الطعام الفاسد•

وهذه الأعراض عبارة عن سيلان فى اللعاب ، ومغص وقىء آلام فى البطن ، اسهال ، وتعود الحالة الطبيعية للمريض بعد ١ ـ ٣ يوم •

ويعتبر هذا النوع من التسمم أكثر أنواع التسمم الغذائى شيوعا • وبعكس التسمم البوتشولينى ، فنادرا ما يسبب التسمم الستافيلوكوكى احداث أى وفاة • ومما يساعد على ذلك أن الأفراد تختلف اختلافا كبيرا فيما بينها فى مدى قابليتها للتأثر بتوكسين التسمم الستافيلوكوكى •

هذا ولابد من توفر الشروط التالية لانتشار التسمم الستافيلوكوكى :

١ ـ ضرورة تلوث المواد الغذائية بميكروب Micrococcus وأن يكون منتج لتوكسين معوى معدى ٠

٢ ـ كذلك لابد أن يكون الطعام محفوظا عند درجة حرارة مناسبة لنمو هذا الميكروب ٠

ومثل هذه الميكروبات شائعة الانتشار فى الطبيعة ، وخصوصا الأنف أو الحلق أو على جلد الانسان ، ولاسيما فى الدمامل أو الجرحات٠ كذلك قد يؤدى ضرع ماشية الحليب المصابة الى تلوث اللبن بميكروبات Micrococcus

وغالبا ما يظهر مثل هذا النوع من التسمم فى كثير من الأغذية مثل الكعك والفطائر المحشوة بالقشدة والصلصة واللحوم والسجق واللبن والزبدة والقشدة والخضروات المثلجة ٠٠٠ وغير ذلك من الأغذية التى يهمل تداولها ٠

هذا ويمكن الحيلولة دون حدوث التسمم الستافيلوكوكى بتنفيذ ما يلى :

١ ـ منع تلوث الغذاء بميكروبات الميكروكوكس ٠

٢ ـ التبريد المناسب للمواد الغذائية فى جميع الأوقات ٠

٣ ـ تسخن المواد الغذائية أثناء تحضيرها لقتل ميكروبات الميكروكوكس ٠

التسمم بالسالمونيللا

... الأغذية ... بميكروبات تتبع جنس Salmonella

أعراضا للانسان تشبه الى درجة ما أعراض التسمم الغذائى السابق ذكره وأكثر هذه الميكروبات شيوعا نوعان يتطفلان على الانسان والحيوان هما S. typhimurium S. enteridid ؛ وتسبب مثل هذه الميكروبات المرض عن طريق نموها بأعداد هائلة ، وليس عن طريق انتاجها للتوكينات الخارجية،، وفى هذه الحالة يتبع المرض الاصابة •

وتظهر الأعراض غالبا خلال ١٢ أو ٢٤ ساعة من تناول الغذاء الملوث ، ويلاحظ أن مدة الحضانة (من وقت دخول الميكروب فى الجسم الى وقت ظهور الأعراض المرضية) فى هذا النوع من التسمم تكون أطول من مثيلتها فى أنواع التسمم السابق ذكرها •

وتظهر أعراض الاصابة بالسالمونيلا فى صورة ارتفاع فى درجة الحرارة مع صداع وهبوط مع قشعريرة ، يتبع ذلك غثيان وقىء وألم فى البطن واسهال وحمى • ويظل المرض من يومين الى عدة أسابيع أو شهور تبعا لحدة المرض •

ويكون مصدر التلوث بميكروبات السالمونيللا :

(١) اللحوم والألبان من حيوانات مصابة بالسالمونيللا •

(٢) الحاملون من الانسان والحيوان لميكروبات السالمونيللا •

والأطعمة التى قد تنتشر فيها ميكروبات السالمونيللا هى اللحوم والألبان والأسماك والسجق والجبن ، أما الحبوب والخضروات فتكون أقل احتمالا للتلوث بمثل هذه الميكروبات •

هذا ويجب اتباع الشروط الآتية لمنع الاصابة بالسالمونيلا :

١ ـ الاشراف الطبي على الحيوانات واعدام اللحوم المصابة .

٢ ـ الطهي الجيد للحوم والمنتجات الحيوانية .

٣ ـ التبريد المتقن للأطعمة .

٤ ـ النظافة والعناية في تداول الأغذية المختلفة .

المراجع

حمزة محمد النخال : علم الأحياء الدقيقة .

سعد الدين محمود : ميكروبات اللبن ومنتجاته .

سعد علي محماود : الميكروبيولوجيا التطبيقية .

صلاح الدين طه : محاضرات في الميكروبيولوجيا العامة .

محمد أبو الفضل محمد : الميكروبات في خدمة الانسان .

مصطفى كمال أبو الدهب : البكتريا .

يوسف عبد الملك وآخرون : مذكرات في البكتريولوجيا الزراعية .

Foster, J. W. (1949) : Chemical Activities of Fungi. Academic Press, New York.

Oginsky, E. L. and Umbreit, W. W. (1954) : An Introduction to Bacterial Physiology. W. H. Freeman and Co. San Fransisco.

Pelezar, M. J. and Reid, R. D. (1958): Microbiology : Mc Graw-Hill Book Co.

Thiman, K. V. (1961) : The life of Bacteria. Co. New York.